

Simple Mode インターネット FAX を用いた  
メッセージ変換システムの設計と実装

東京工業大学  
理学部情報科学科  
95-3001-8 山内 崇圭

1998 年度卒業論文

指導教官 大野 浩之 講師

1999 年 2 月 11 日

# 目次

<b>1</b>	<b>はじめに</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>メッセージの伝達</b>	<b>6</b>
2.1	メッセージ伝達の特徴	6
2.1.1	メッセージの定義	6
2.1.2	人間同士のメッセージ伝達	6
2.1.3	機器同士のメッセージ伝達	7
2.1.4	人間と機器のメッセージ伝達	7
2.2	メディアを利用したメッセージ伝達	8
2.2.1	メディアの特徴	8
2.2.2	同一メディア間のメッセージ伝達	9
2.2.3	異なるメディア間のメッセージ伝達	10
2.3	メッセージ変換によるメッセージ可搬性の向上	10
<b>3</b>	<b>メッセージ変換モデル</b>	<b>13</b>
3.1	モデルの構成	13
3.2	モデルの適用によるメッセージ伝達例	14
<b>4</b>	<b>Simple Mode インターネット FAX</b>	<b>16</b>
4.1	IETF と ITU	16
4.2	インターネット FAX の標準化	17
4.3	インターネット FAX に関する議論の展開	17
<b>5</b>	<b>WIDE 版インターネット FAX システムを用いたメッセージ変換システム</b>	<b>18</b>
5.1	設計方針	18
5.2	設計	19
5.3	実装	19
5.4	WIDE 版インターネット FAX システム	21
5.4.1	特徴	21
5.4.2	設計	21
5.4.3	実装	22
5.5	動作例	27

<b>6</b>	<b>実験</b>	<b>31</b>
6.1	実験の概要 . . . . .	31
6.1.1	実験の目的 . . . . .	31
6.1.2	実験環境 . . . . .	32
6.1.3	FAXConnect1 について . . . . .	32
6.2	WIDE 版インターネット FAX システムの正当性 . . . . .	32
6.3	メッセージ変換システムの評価 . . . . .	33
<b>7</b>	<b>考察と今後の展望</b>	<b>35</b>
7.1	考察 . . . . .	35
7.2	今後の展望 . . . . .	35
<b>8</b>	<b>おわりに</b>	<b>36</b>
<b>9</b>	<b>謝辞</b>	<b>37</b>

## 図の一覧

2.1	機器同士のメッセージ伝達 . . . . .	7
2.2	人間と機器のメッセージ伝達 . . . . .	8
2.3	同一メディア間のメッセージ伝達 . . . . .	10
2.4	異なるメディア間のメッセージ伝達 . . . . .	11
2.5	優れたメッセージ形式への変換 . . . . .	12
3.1	公衆電話回線網とインターネットの融合 . . . . .	14
3.2	システムの構成 . . . . .	15
5.1	システム全体の構成図 . . . . .	20
5.2	処理の流れ . . . . .	24
5.3	メッセージ受信部 . . . . .	25
5.4	メッセージ蓄積/分配部 . . . . .	25
5.5	メッセージ送信部 . . . . .	26
5.6	動作例-1 . . . . .	27
5.7	動作例-2 . . . . .	28
5.8	動作例-3 . . . . .	29
5.9	動作例-4 . . . . .	30

# 第1章

## はじめに

人間や機器が行うメッセージ伝達の方法は、送信側と受信側が直接メッセージを伝達する方法と、メディアを用いてメッセージを伝達する方法に分けられる。送信側が直接メッセージを伝達する方法は、言葉や動作、表情等を利用して情報量の多いメッセージを伝達できる。しかし、送信者と受信者が離れている場合、メッセージを伝達できない。一方、電話やFAX等のメディアを利用したメッセージの伝達は、送信側と受信側が共通のメディアを使用することで離れた場所でもメッセージを伝達できる。しかし、メディアが異なると正しいメッセージを送信できない問題がある。例えば、送信側が電話を利用して音声によるメッセージを送信するとき、受信側が電話に応答できない状態ではメッセージは伝達されない。音声以外の画像や文書等などのメッセージを伝達するメディアした場合も同様である。したがって、メディアを利用してメッセージを伝達する場合、送信側と受信側が同じメディアを用意しなければならない。

この問題を解決するためにはメッセージの意味を変更せずに、異なるメディア間でメッセージ形式およびアドレス空間の変換を行う必要がある。本研究では、メッセージ形式を変換するモデルの提案を行った。このモデルは、メッセージを受信側のメディアが受信できる形式に伝達する。この結果、送信側と受信側がメッセージの形式を意識しないメッセージ伝達が可能となる。

このモデルの正当性を実現するため、すでに普及しているメッセージ伝達メディアであるFAXと、多くのメッセージ伝達手段に対応可能なインターネットに着目した。両者の活用により、FAXとインターネットに接続されたさまざまなメディアでのメッセージ伝達が期待される [7]。

この両者の特徴を活用した例として Simple Mode インターネット FAX がある。Simple Mode インターネット FAX とは IETF(Internet Engineering Task Force)<sup>1</sup> や ITU (International Telecommunication Union)<sup>2</sup> で議論された、インターネットを介してFAXのメッセージを送受信するための規格である [6]。これらは IETF では RFC2305[1] として、また ITU では ITU-T.37[3] として規定されている。

著者はメッセージ変換システムを、WIDE 版インターネット FAX システムの拡張モデル

---

<sup>1</sup> <http://www.ietf.org/>

<sup>2</sup> <http://www.itu.int/>

として設計した。WIDE 版インターネット FAX システムとは RFC2305 に準拠した Simple Mode インターネット FAX の機能を持つ、ソフトウェアインターネット FAX である。つまり、本システムは基本機能としてインターネット FAX 機能を備えたメッセージ変換システムである。

本システムの機能を確認するため、1998 年 12 月 1 日から 2 日にかけて米国カリフォルニア州サンノゼで開催された FAXConnect1<sup>3</sup> に参加した。FAXConnect1 とは IMC(Internet Mail Consortium)<sup>4</sup> が開催したインターネット FAX の相互接続実験である。この実験では WIDE 版インターネット FAX の動作確認の他にインターネットと回線エミュレータをつなぎ、FAX と電子メール間でのメッセージ変換を確認した。

このような異なるメディア間のメッセージ伝達により、メッセージの送信側と受信側が何も意識せずに、メッセージの伝達を自由に行えると期待される。

本論文では、第 2 章で現在利用されているメッセージの伝達方法とその特徴、メッセージの変換について述べる。第 3 章ではメッセージ変換を行うモデルの構成と、そのために必要なメディアの融合について述べ、その例として Simple Mode インターネット FAX を挙げる。第 4 章では第 3 章で述べた Simple Mode インターネット FAX に関する説明を行う。第 5 章ではメッセージ変換システムの設計と実装について述べ、その中で本システムの基礎となる WIDE 版インターネット FAX システムの設計と実装について述べる。第 6 章では本システムの実験および評価を行い、第 7 章で考察、今後の課題を述べて、第 8 章でまとめを行う。

---

<sup>3</sup> <http://www.imc.org/fc1-final.html>

<sup>4</sup> <http://www.imc.org/>

## 第2章

# メッセージの伝達

本章では現在利用されているメッセージ伝達の方法とその特徴について述べ、メッセージ変換を利用した新たなメッセージ伝達の提案を行う。

### 2.1 メッセージ伝達の特徴

人間はその誕生から現在に至るまでに、さまざまなメッセージ伝達手段を用いてきた。歴史のあるメッセージ伝達手段としては、メッセージの送信者と受信者がお互いに向き合っ  
て言葉や動作、表情を利用した方法がある。そして、新聞や電話等のメッセージを伝達す  
るメディアが開発により送信者と受信者がお互いに遠隔地にいてもメッセージの伝達が可  
能になった。現在では、web等の出現により、人間と機器や機器同士のメッセージ伝達が  
可能になった。

#### 2.1.1 メッセージの定義

本論文におけるメッセージとは、人間同士や機器同士、人間と機器が、受信側にそれぞ  
れが持っている情報を伝えるために用いられる手段である。

#### 2.1.2 人間同士のメッセージ伝達

人間同士でメッセージを伝達するには以下のような条件が必要となる。

- メッセージ送信者と受信者が同じ場所にいる
- (言葉を利用する場合) お互いが相手の言葉を理解する
- メッセージを全て伝達可能な時間

これらの条件は、どれか一つでも欠けると完全なメッセージ伝達が難しくなる。しかし、  
これらを満たすと以下のような利点がある。

- 言葉や動作、表情等を利用したメッセージ伝達が可能
- 時間や場所を問わずにメッセージ伝達が可能

しかし、メッセージの送信者と受信者が遠隔地にいるときは、メッセージの伝達が困難である。そのような問題はメッセージを伝達可能なメディアが解決する。

### 2.1.3 機器同士のメッセージ伝達

インターネットの普及に伴って、web やネットワークニュース、電子メールを利用したメッセージ伝達が広がった。これらのサービスを利用できるのは、機器同士がメッセージ伝達を行い利用者のもとへメッセージを届けるためである (図 2.1)。

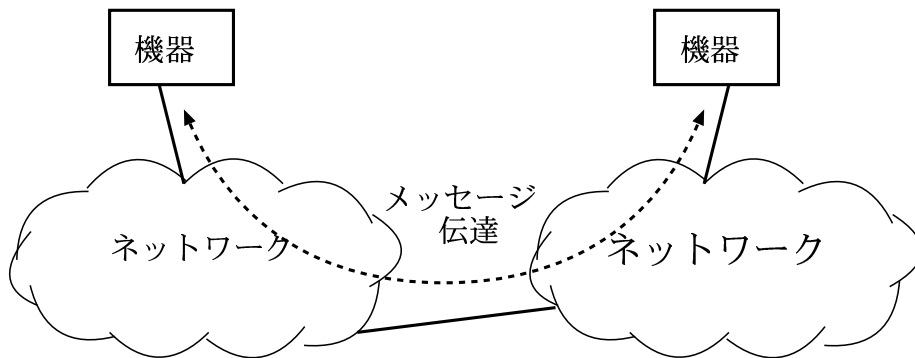


図 2.1 機器同士のメッセージ伝達

機器同士がメッセージの伝達を行うためには、世界中の機器同士がメッセージを理解するためにメッセージ形式を統一する必要がある。つまり、プロトコルを定義する必要がある。しかし、インターネットはそうした手間をかける価値をもっている。今後、機器同士のメッセージ伝達はインターネットの普及に伴って、更に広がると予想される [9]。

### 2.1.4 人間と機器のメッセージ伝達

人間と機器のメッセージ伝達の例として web を利用した情報の検索がある (図 2.2)。情報を検索するときは人間が機器にメッセージを伝達する。機器はそのメッセージをもとに web 上から情報を獲得し人間に伝達する。しかし人間と機器が直接メッセージを伝達するのは困難である。そこで、利用者は機器とメッセージを送受信するためにコンピュータ等のメディアを用意する。

人間と機器のメッセージ伝達には以下のような条件が必要となる。

- 人間と機器がメッセージ伝達を行うためのメディア



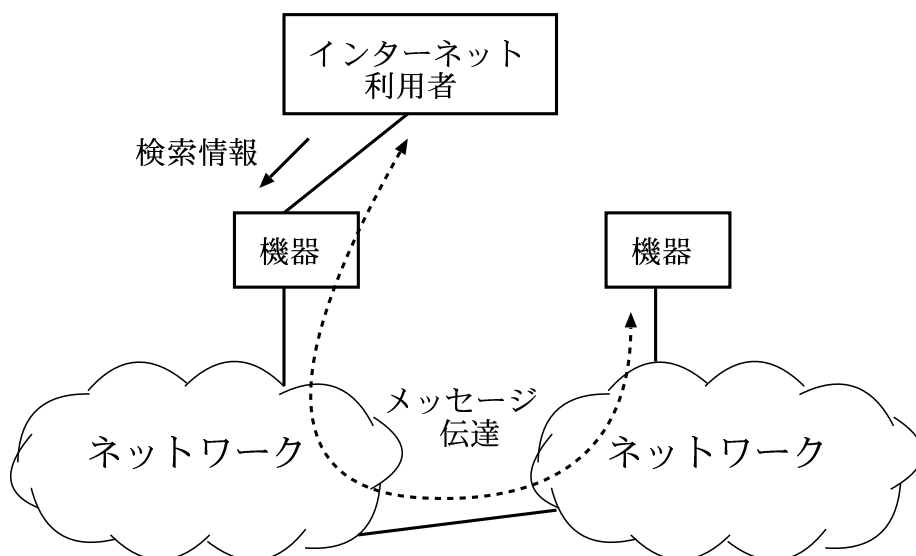


図 2.2 人間と機器のメッセージ伝達

- メディアを利用するための場所、時間

また、人間と機器のメッセージ伝達には以下のような利点がある。

- 送信者の都合にあわせてメッセージを伝達できる
- メディアを利用して簡単な操作でメッセージを伝達できる

## 2.2 メディアを利用したメッセージ伝達

現在メッセージ伝達に利用されているメディアには、電話、FAX、テレビ、ラジオ、手紙、web、電子メール等さまざまな種類がある。これらの特徴を考え、新しいメッセージ伝達体系の提案を行う。

### 2.2.1 メディアの特徴

現在メッセージ伝達に利用されているメディアとして、電話・FAX・ページャ・テレビ・ラジオ・新聞・手紙・web・電子メール等がある。これらのメディアを例にして、伝達方法ごとにわけ以下に示す(表 2.1)。

次に、これまでに挙げたメディアの可搬性についてのべる。まず、メッセージを受信した状態で可搬性をもつメディアを以下に述べる。

メディアの特徴	メディア	補足
視覚情報であるもの	FAX ページャ テレビ 新聞 手紙 web 電子メール	テレビは他のメディアと異なり聴覚情報も伝達できる。しかし相互通信には不向きである。
聴覚情報であるもの	電話 テレビ ラジオ	web や電子メールは音声情報を伝達できるが、今回はそのようなオプション機能は考えないものとする。
有線であるもの	電話 FAX web 電子メール	ここに挙げられたメディアはすべて、公衆電話回線網とインターネット上でメッセージを行う。
無線であるもの	ページャ テレビ ラジオ 新聞 手紙	ここに挙げられているメディアは基本的にメッセージ交換には不向きである。

表 2.1 特徴による分類

- ・ FAX
- ・ 新聞
- ・ 手紙

これらのメッセージは全て紙を利用して表現されており、可搬性に優れている。しかし、これらのメディアのうち新聞、手紙はメッセージを送信してから受信するまでに時間がかかるため、メッセージを素早く伝達したい場合には不向きである。

これらのことから FAX はメッセージを伝達するメディアのなかでも優れたメディアであることが分かる。次にメディア間のメッセージ伝達について述べる。

### 2.2.2 同一メディア間のメッセージ伝達

同一メディア間でのメッセージ伝達を行うには、お互いにメッセージを伝達し合えるメディアでなければならない。つまり、メッセージの送信側と受信側が同じメディアを用意する必要がある。また、電話等のメディアは、直接メッセージを受信するために受信者がその場にいる必要がある (図 2.3)。

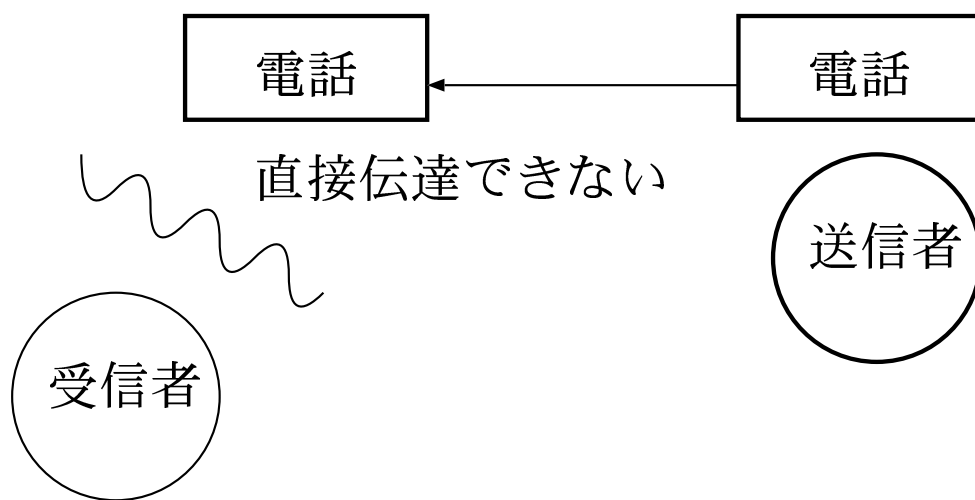
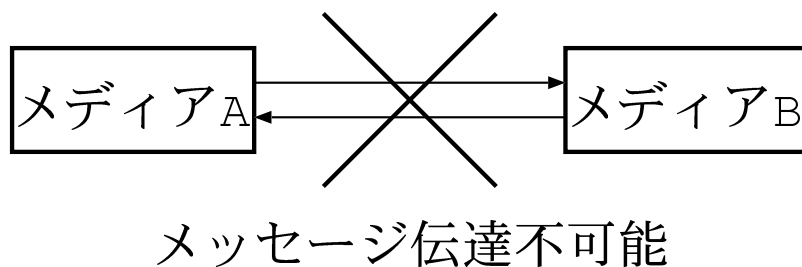


図 2.3 同一メディア間のメッセージ伝達

### 2.2.3 異なるメディア間のメッセージ伝達

基本的に異なるメディア間でのメッセージの伝達は不可能である。可能であったとしても伝達できるメッセージ量は減少する。これを行うには、送信したメッセージの意味を変更せずに、受信側が受信可能なメッセージ形式へ変換して、メッセージ伝達を行う必要がある。また、送信側と受信側ではアドレス空間が異なる。この変換を行う必要もある。本論文では変換後の送信先アドレスを静的に決めている。

(図 2.4)。

## 2.3 メッセージ変換によるメッセージ可搬性の向上

異なるメディア間でメッセージの伝達の方法としてメッセージ変換を前節では述べた。ここではメッセージの変換によりメッセージ伝達がどのように変化するかについて述べる。

メッセージ変換を行うとメッセージの送信側、受信側にどのような変化が起きるのかを予想し、以下に述べる。

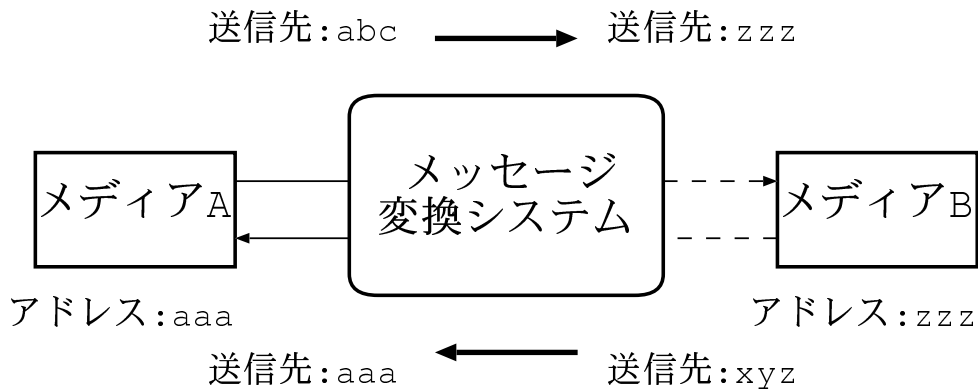


図 2.4 異なるメディア間のメッセージ伝達

- 異なるメディア間でのメッセージ伝達が可能になる  
これまでメッセージ伝達できなかった相手にもメッセージを送信できる。また、受信に関しても同じことがいえる。
- 受信側はメッセージを受信できるメディアを一つ持っていればよい  
この章でもすでに述べたが、メッセージを伝達するメディアにはさまざまな種類が存在する。それらのメディアからのメッセージを一種類に統一し、そのメッセージを受信可能なメディアを一種類用意すれば多くのメッセージを受信できる。
- 送信側が受信側のメッセージ受信状況を意識せずメッセージを送信できる  
これまで送信側はメッセージを送信する際に、受信側がメッセージを受信できるのか、すぐに受信できるのか、等受信側の状況を意識していた。メッセージを変換し、受信側にとって最適な方法でメッセージが送信されれば、送信側は受信側の状況を意識する必要がなくなる。

あるメディアのメッセージ形式 A がメッセージ伝達の早さ、情報量、可搬性において他のメッセージ形式より優れていたとする。このとき全てのメッセージをメッセージ形式 A に変換すると、利点である伝達の早さ、情報量、可搬性を全て活用できる (図 2.5)。

特に可搬性の向上は非常に大きな意味をもつ。これまではメッセージの受信者がメディアからメッセージを受信することを考えていたが、可搬性の向上によりメディアを利用できない受信者もメッセージを受信可能になる。

次章ではこの章で議論してきたメッセージ変換システムのモデルを構築する。

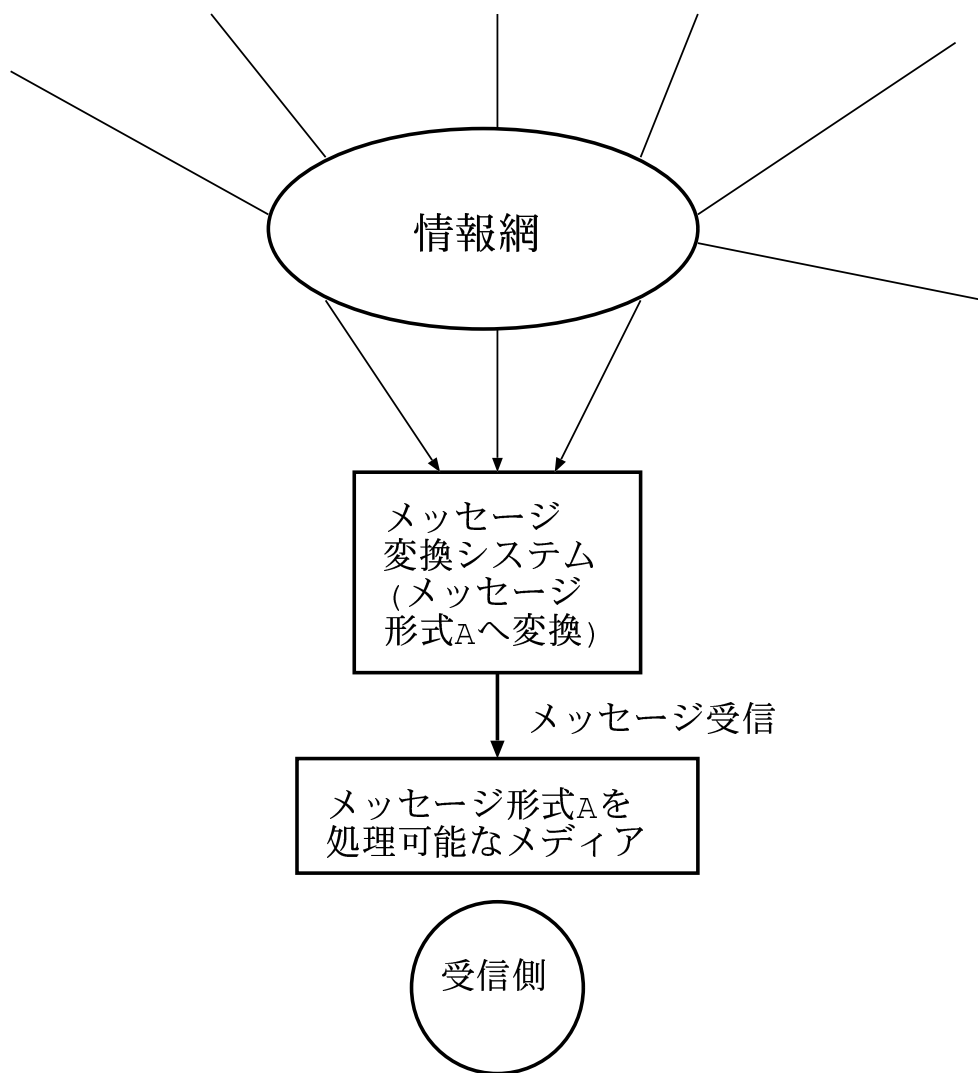


図 2.5 優れたメッセージ形式への変換

## 第3章

# メッセージ変換モデル

本章では、異なるメディア間でメッセージの伝達を可能にする変換システムのモデルを提示する。更に、そのようなモデルを用いた新しいメッセージ伝達例について述べる。

### 3.1 モデルの構成

異なるメディア間でのメッセージ伝達を行うために、まず以下のような点に注意した。

- さまざまなメッセージ送受信方法を提供する
- 各メディアのメッセージに対して柔軟に対応できる
- 新たなメディアのメッセージに対応させるときに、受信側に負担をかけない

この3つの点に注意し以下のようなモデルを提示する。

- 1. 公衆電話回線網とインターネットの融合が可能である  
公衆電話回線網とインターネットは、共に広く普及しており、両者の融合により大規模なメッセージ伝達が可能になる [8]。更に、公衆電話回線網には電話やFAX等の普及したメッセージ伝達メディアがつながっており、このモデルを容易に利用する手段となる (図 3.1)。
- 2. 汎用性のあるモデルとする  
各メディアの特性を考えてメッセージの変換を行う。そのために、「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」のような、各々が別の役割を持つ3つの機構からなるモデルを考えた (図 3.2)。
- 3. 受信側が受信可能なメッセージへの変換を行う  
受信側がメッセージを受信する前にメッセージの変換を行えば受信側には特定のメッセージだけが送信される。受信側はメッセージの形式を意識せずにメッセージ伝達を行える。

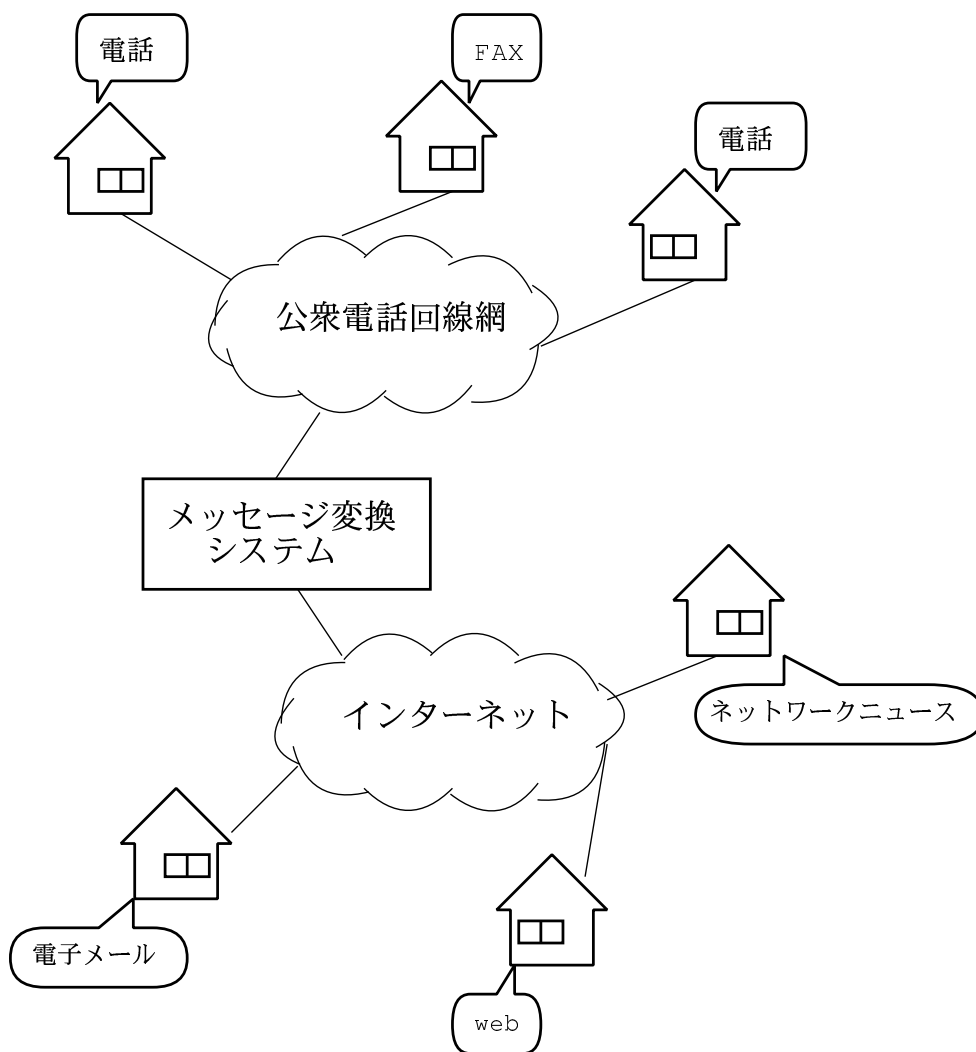


図 3.1 公衆電話回線網とインターネットの融合

### 3.2 モデルの適用によるメッセージ伝達例

このようなモデルが仮に存在すると、どのようなメッセージの伝達が可能になるのか。そのような例を1つ挙げる。

- 例えば、ある画像に関する情報を収集しようとしたときに、画像の情報(画像の名前、作者、日時)が全く得られない状況ではどのように情報を集めたら良いだろうか。ここで、インターネット上に画像データを文字ベースのメッセージに変換するシステムが存在していたとする。まず、メッセージ送信側は画像を添付した電子メールをメッセージ変換システムへ送信する。メッセージを受信したシステムは内部で画像方法を文字ベースのメッセージに変換する。得られたメッセージをもとにweb等を利用して画像に関する情報を検索し収集する。収集した情報はメッセージ送信者(ここではメッセージの送信者と受信者が同一)にたいして適切なメッセージ(この場合電子

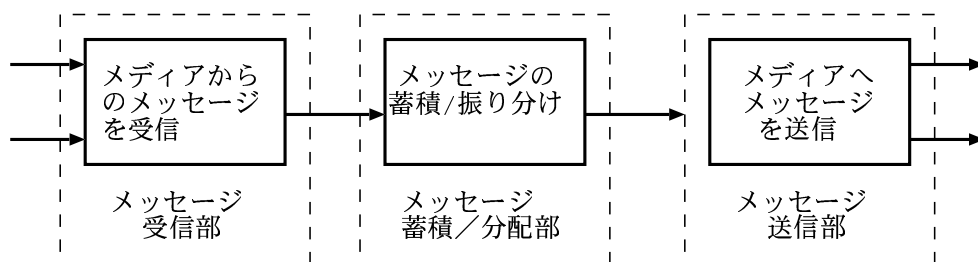


図 3.2 システムの構成

メール等) となって送信される。

筆者はここで、メディアの融合の1例として Simple Mode インターネット FAX に着目した。Simple Mode インターネット FAX とは、IETF および ITU で、インターネットを利用して FAX のメッセージを送受信するための規定として制定されたものである。

次章では、この Simple Mode インターネット FAX について解説する。



## 第4章

# Simple Mode インターネット FAX

本章では公衆電話回線網とインターネットの融合の鍵となる Simple Mode インターネット FAX について述べる。

### 4.1 IETF と ITU

Simple Mode インターネット FAX はインターネット FAX の規格を定めたものである。インターネット FAX とはインターネットを利用した FAX 通信のことである。一般の G3FAX との通信も可能である。この規格を定めているのは国際的な標準化団体として知られる IETF と ITU である。まず、この2団体の目的や活動内容を述べる。

- IETF

IETF は Internet Engineering Task Force の略でよりよいインターネットアーキテクチャ、スムーズなオペレーションを目指す団体で、インターネット標準 (RFC: Request for Comments) 化を中心に、ボランティアベースで活動を行っている。また、技術分野ごとのエリアやエリア内のワーキンググループ単位で、年3回のオフラインミーティングやメーリングリストでの議論を行っている。

- ITU

ITU は International Telecommunication Union の略で国際連合の専門機関の1つである。その目的は電気通信の改善と合理的利用のため国際協力を増進や電気通信業務の能率増進、利用増大と普及である。ITU の構成は、大きく分けて電気通信標準化部門 (ITU-T)、無線通信部門 (ITU-R)、電気通信開発部門 (ITU-D) と事務局からなる。インターネット FAX の規格を定めたのはこの中の ITU-T である。

## 4.2 インターネット FAX の標準化

WIDE プロジェクト<sup>1</sup> は 1996 年の IETF(Internet Engineering Task Force) の会議で、インターネット FAX の仕様に関する最初の提案を行った。1998 年 3 月、この提案に基づいたインターネット FAX の規格が RFC2305 として規定された。これは、FAX 画像を電子メールに内包して送出する Simple Mode インターネット FAX を規定している。1998 年 6 月には、インターネット FAX の規格が ITU の電気通信標準化部門で ITU-T.37 として定められた。この内容は完全に RFC2305 を参照している。Simple Mode インターネット FAX においてメッセージの受信は、最小の伝達形式のみ行える。それに対して次世代のインターネット FAX である Full Mode インターネット FAX では、メッセージを送信する際に送信側と受信側で、双方の可能な伝達形式を調べ伝達を行う。今回の提案は、IETF と ITU の二つの国際的な標準化団体が完全に一致する規格を制定するという、両者の協調を促す結果をもたらした。

RFC2305 以外にもインターネット FAX の規格を定める RFC が存在する。それを以下に述べる。

**RFC2301** TIFF を使用したインターネット FAX の画像形式をきていする。この形式は ITU-T の勧告にもなっている。

**RFC2302** TIFF の MIME サブタイプとして image/tiff を登録して使用することを示したものである。

**RFC2303** インターネットから公衆電話回線網につながった端末へ電子メールを送信するときの、送信先電話番号を指定する方法を述べたもの。

**RFC2304** 公衆電話回線網につながった FAX の番号を電子メール中に記述する方法を述べたもの。

**RFC2306** FAX 画像を蓄積するために使用する TIFF-F の詳細を述べたもの。

## 4.3 インターネット FAX に関する議論の展開

現在も IETF や ITU ではインターネット FAX に関する議論が続いている。特に、次世代のインターネット FAX となる Full Mode インターネット FAX の話題が中心となっている。Full Mode インターネット FAX では、メッセージを送信する際に送信側と受信側の可能なメッセージ伝達フォーマットを調査するため、高度なメッセージ伝達を行える。これを実現するために MDN(Message Disposition Notification) を使用する。MDN は電子メールメッセージの送受信において、双方で処理可能な共通なフォーマットに自動的に変換する。

これから開発するシステムは、受信側が受信可能なメッセージの形式についての情報を持っていると、メッセージの送信が便利になる。今後は、MDN へ対応できるような拡張機能が必要となる。

---

<sup>1</sup> <http://www.wide.ad.jp/>

## 第5章

# WIDE版インターネットFAXシステムを用いたメッセージ変換システム

本章では3章で述べたモデルに基づいたメッセージ変換システムの設計、実装を行い、その基本となるWIDE版インターネットFAXシステムの設計と実装を行う。

### 5.1 設計方針

5-2、5-3節ではメッセージ変換システムの機能について説明する。また本システムの基礎となるWIDE版インターネットFAXの設計、実装に関しては5-4節で述べる。

第3章で述べたメッセージ変換モデルに基づいて本システムの設計を行う。第3章で述べたモデルは以下のような特徴をもつ。

- 公衆電話網とインターネットを融合する
- 汎用性のあるモデルとする
- 受信側が受信可能なメッセージへの変換を行う

これらの特徴を活用し以下のような設計方針を立てた。

- Simple Mode インターネットを利用して公衆電話回線網とインターネットの融合する
- 受信部はメディア別にモジュールを作成する
- 送信部はメディア別にメッセージの変換を行う

こうした設計方針に基づき設計を行う。

## 5.2 設計

本システムは各メディアの特性を考慮に入れて、メッセージの変換を行う必要がある。そのために「メッセージ送信部」、「メッセージ蓄積/分配部」「メッセージ送信部」の三部で構成し、それぞれがいくつかのモジュールを含む設計とした。

- メッセージ受信部  
メッセージ受信部は新たなメディアのメッセージに対応できるように、拡張のためのポートを含むメディア別のモジュールから構成される。新たなメディアのメッセージに対応させるには、この部にモジュールを追加するだけでよいため、容易に拡張を行える。これにより、
- メッセージ蓄積/分配部  
メッセージ蓄積/分配部ではメッセージを円滑に公衆電話回線網やインターネット上へ送信するため、受信したメッセージを TIFF/F[2] として一定の場所に蓄積する。TIFF/F とは FAX 画像用の規格であり、公衆電話回線網を経由し FAX へ送信するのに適した形式である。
- メッセージ送信部  
メッセージ送信部はメッセージの受信側がメッセージの形式を意識せずに受信できるよう、メッセージを送信する前に受信側が受信可能な形式へ変換する。

システム全体の詳しい構成図を図 5.1 に示す。

各モジュールの詳しい説明は WIDE 版インターネット FAX システムの設計で述べる。これらの設計に基づき実装を行った。

## 5.3 実装

今回実装したのは以下の通りである。

- メッセージ受信部  
モジュール A(FAX 受信)  
モジュール C(電子メール受信)
- メッセージ蓄積/分配部  
モジュール K  
ルールデータベース
- メッセージ送信部  
モジュール W(FAX 送信)  
モジュール X(プリンタ出力)  
モジュール Y(電子メール送信)

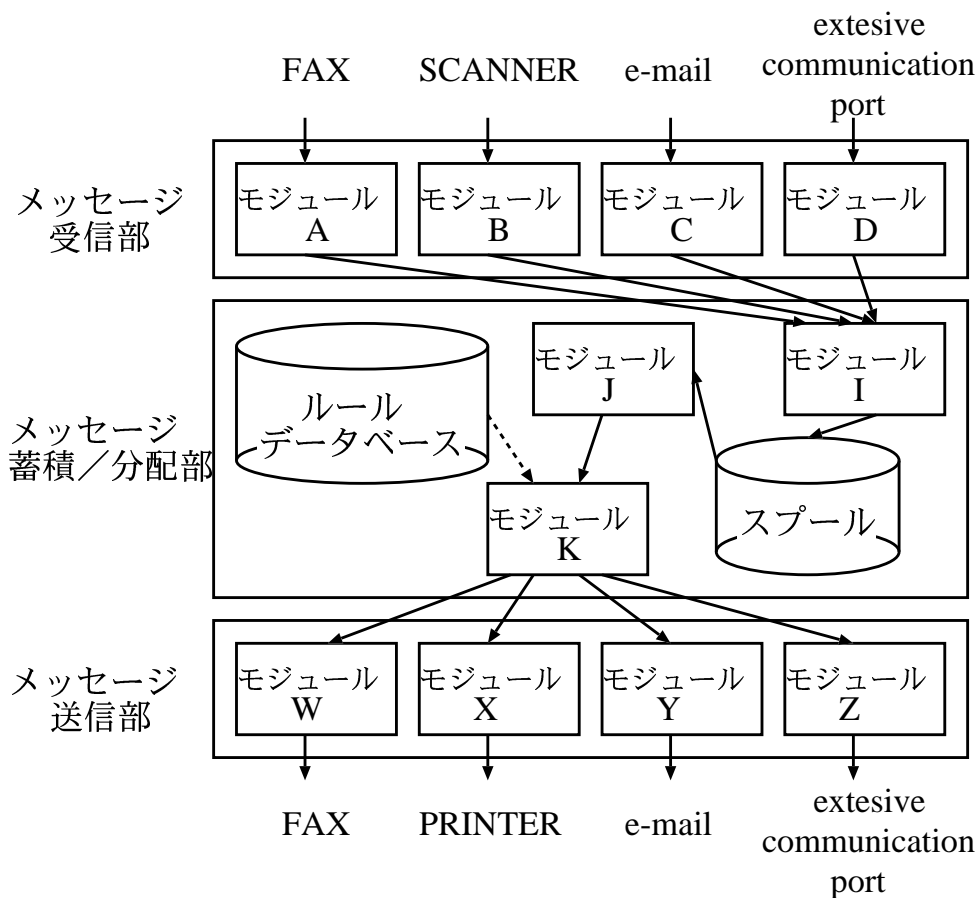


図 5.1 システム全体の構成図

今回の実装で以下のようなサービスを提供できる。

- 1 FAX から受信したメッセージをプリンタに出力する
- 2 FAX から受信したメッセージを電子メールに添付して送信する (onramp 機能)
- 3 電子メールに添付されたメッセージをプリンタに出力する
- 4 インターネット FAX から受信したメッセージをプリンタに出力する
- 5 インターネット FAX から受信したメッセージを FAX に送信する (offramp 機能)

これらの機能はいずれもインターネット FAX の提供する機能である。したがって詳しい実装については 5-4-3 節で述べる。

## 5.4 WIDE版インターネットFAXシステム

この節では Simple Mode インターネット FAX の機能をもつ WIDE 版インターネット FAX の特徴と設計、実装について述べる。

### 5.4.1 特徴

WIDE 版インターネット FAX システムは RFC2305 および ITU.37 で規定された規格を満たすインターネット FAX システムである。インターネット FAX は異なるメディア同士が通信を行うためのゲートウェイとなると考えている。WIDE 版インターネット FAX システムは、そうした役割を持つインターネット FAX の普及を計るための、参照システムとなると考えている。本システムは、他のインターネット FAX 開発者が接続性の検証を行う際に参照できるようオープンソースソフトウェアとした。

### 5.4.2 設計

WIDE 版インターネット FAX システムはメッセージ受信部、メッセージ蓄積/分配部、メッセージ送信部から構成されている。各部の設計を以下に述べる。

**メッセージ受信部** メッセージ受信部はモジュール A、B、C、D から構成される (図 5.3)。これらのモジュールは各デバイスからの入力を受信し、一定の形式 (TIFF/F 形式) に変換してメッセージ蓄積/分配部へ送信する。

**メッセージ蓄積/分配部** メッセージ蓄積/分配部はモジュール I、J、K およびスプール、ルールデータベースから構成される。モジュール K はスプールに蓄積されたメッセージをルールデータベースの情報にしたがってメッセージ送信部の各モジュールに送信する。モジュール I、J はメッセージの蓄積、分配の支援を行う。

**メッセージ送信部** メッセージ送信部はモジュール W、X、Y、Z から構成される。各モジュールはメッセージ蓄積/分配部の指示を受け、受信したメッセージを他のメディアへ送信する。

図 5.2 は、これらの処理の流れを示す。この処理の流れを以下に示す。

- (1) 受信部は外部からのメッセージを受信し、メッセージと送信先の情報を得る。
- (2) 受信部は、メッセージと送信先の情報をメッセージ蓄積/分配部のスプールに蓄積する。メッセージ蓄積/分配部内の Dispatcher はスプールに蓄積された送信先の情報をもとに、分配先を決定する。
- (3) Dispatcher は (2) で決定された分配先にメッセージと送信先の情報を渡す。
- (4) メッセージ送信部はメッセージ蓄積/分配部の指示に従い、メッセージを送信する。

### 5.4.3 実装

これまでに述べてきた設計に基づき WIDE 版インターネット FAX システムの実装を行う。

本システムの開発環境を以下に示す。

- ハードウェア
  - IBM-PC 互換機 (CPU:Pentium 133MHz、Memory:32MB、HDD:1.2GB)
  - FAX モデム (Microcom V34ESII-W)                      -プリンタ (Canon BJC-50v)
- ソフトウェア
  - PICKLES[5]…WIDE/IFAX は PICKLES SYSTEM 上で動作する。PICKLES SYSTEM は、著者らが開発している OS パッケージであり、BSD/OS をベースにしている。また、以下に挙げるソフトを必要としている。
  - HylaFAX Version4.0<sup>1</sup> [4]…FAX の送受信を行う。
  - mpack Version1.5<sup>2</sup> …MIME の en/decode を行う。
  - fetchmail Version4.6.7<sup>3</sup> …メールサーバからメールを受信する。
  - ghostscript Version4.03<sup>4</sup> …ポストスクリプトファイルをポストスクリプトファイルに対応していないプリンタに出力する。

WIDE 版インターネット FAX のメッセージ受信部、蓄積/分配部、送信部に含まれる各モジュールは全て Perl で実装されている。

- メッセージ受信部  
メッセージ受信部はモジュール A、B、C、D から構成される (図 5.3)。今回はモジュール A、C の実装を行った。

-モジュール A WIDE 版インターネット FAX が FAX からのメッセージを受信すると、HylaFAX がモジュール A を呼び出す。モジュール A は受信したメッセージを tiff2ps を使用して一度ポストスクリプトファイルに変換する。その後、ps2fax を使用して TIFF/F 形式に変換する。

-モジュール C モジュール C は、TIFF/F 画像が添付されたメールを受信すると mpack を呼び出し復号化を行って TIFF/F 形式のメッセージを取り出す。

モジュール A、C により作成された TIFF/F 形式のメッセージはメッセージ蓄積/分配部のスプールに一時的に蓄積される。また、スプールには TIFF/F のメッセージと共に送信先の決定に必要なヘッダファイルも保存される。

- メッセージ蓄積/分配部  
メッセージ蓄積/分配部はスプールに蓄積されたメッセージの分配を行う (図 5.4)。今回はモジュール K、ルールデータベースの実装を行った。

---

<sup>1</sup> <http://www.hylafax.org/>

<sup>2</sup> <ftp://ftp.andrew.cmu.edu/pub/mpack/>

<sup>3</sup> <http://www.tuxedo.org/esr/fetchmail/>

<sup>4</sup> <http://www.cs.wisc.edu/ghost/index.html>

-**spool** メッセージ受信部は処理の最中にスプール内にユニークなディレクトリを作成し、処理をしたメッセージを保存する。ここには、TIFF/F のメッセージ以外にもヘッダファイルが蓄積される。

-**ルールデータベース** ルールデータベースは1行につき”key pattern action” という記述があり、これをもとにモジュール K はメッセージ送信部から適切なモジュールを選択する。このデータベース内のルールに当てはまるのは1つだけで、2つ以上当てはまった場合には最初のものが採用される。

-**モジュール K** このモジュールはルールデータベースを評価して、メッセージ送信部の中から適切な送信モジュールを選ぶ。モジュールは以下のような手順で選ばれる。

- 1 作業用ディレクトリ内のヘッダファイルを調べる。
- 2 ヘッダファイル内の key のフィールドに、pattern にマッチするものが存在する。
- 3 その行の action に書かれている内容を実行する。action の部分には、メッセージ送信部の中のどのモジュールを呼び出すかが記述されている。

- **メッセージ送信部**

メッセージ送信部はモジュール W、X、Y、Z から構成されている (図 5.5)。メッセージ蓄積/分配部のモジュール K により、モジュール W、X、Y、Z の内いずれかが呼び出される。今回はモジュール W、X、Y の実装を行った。

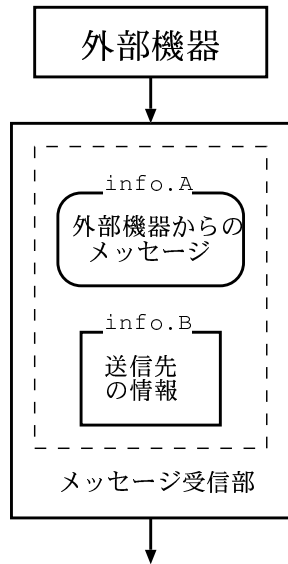
-**モジュール W** モジュール W は引数として送信先の電話番号、送信するメッセージのファイル名をとる。FAX を送信するときは、受信時と同じように HylaFAX を使用している。

-**モジュール X** モジュール X は引数としてプリンタ名、送信するメッセージのファイル名をとる。プリンタに出力する前に、全てのファイルをポストスクリプトファイルに変換してから送っている。入力データとして jpeg、gif、ps、tiff、txt ファイルを受け付け、jpeg、gif は convert を、txt は pspr を、tiff は tiff2ps を使用してポストスクリプトに変換している。

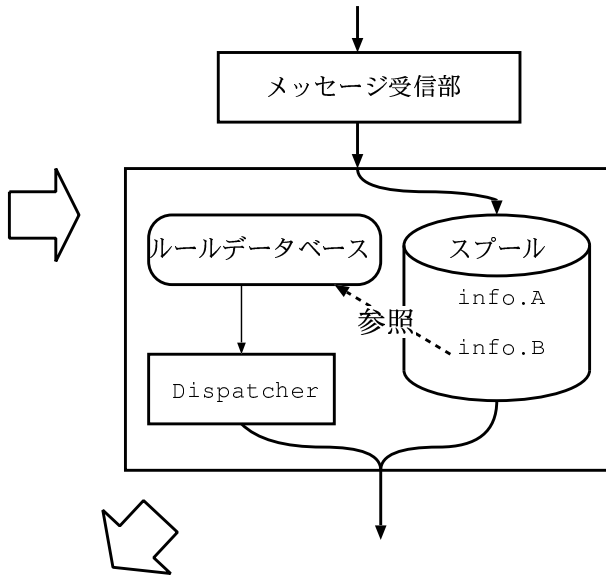
-**モジュール Y** モジュール Y は引数として送信先のメールアドレス、添付するファイル名をとる。入力データとして jpeg、gif、ps、tiff、txt を受け付ける。これらのファイルを受け取ると、jpeg、gif、tiff は一度ポストスクリプトに変換し、その後 ps2fax を使って TIFF/F 形式に変換する。TIFF/F 形式に変換後は mpack を使用して符号化し、送信先アドレスへメッセージを送る。



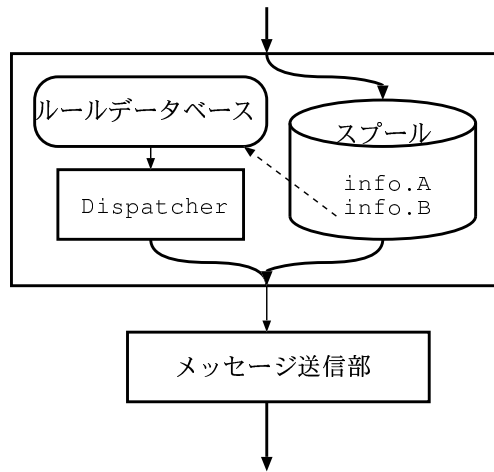
(1) 外部からのメッセージ受信



(2) 受信メッセージの処理



(3) メッセージの分配



(4) メッセージの送信

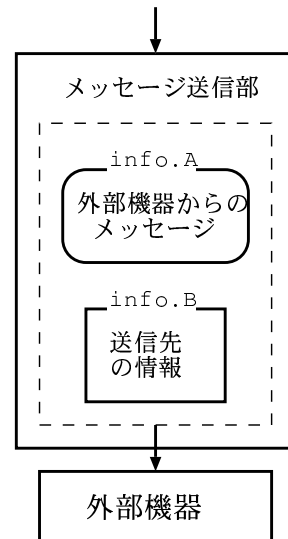


図 5.2 処理の流れ

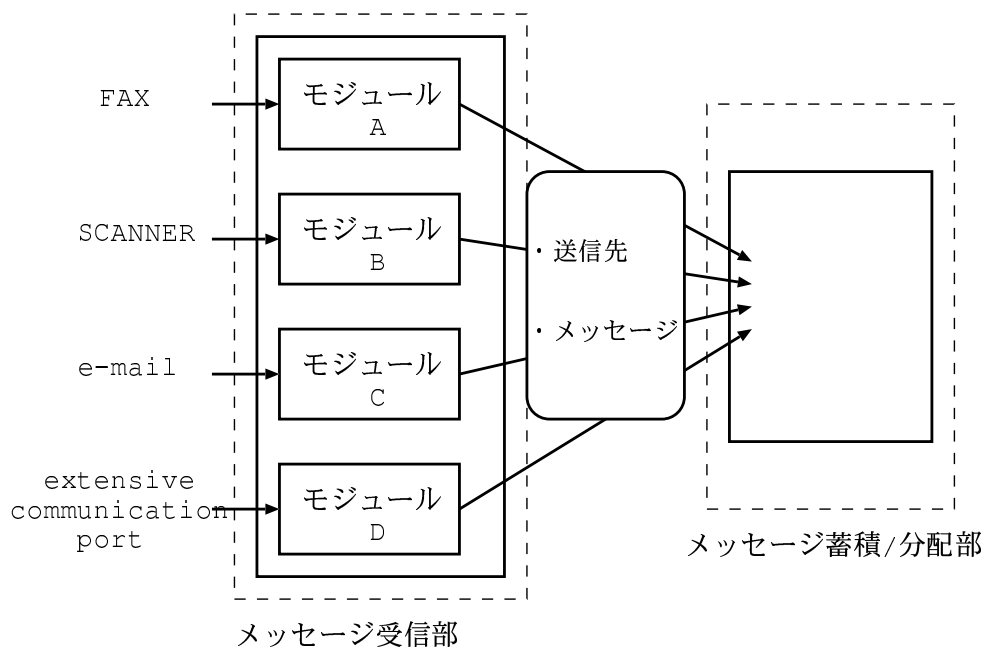


図 5.3 メッセージ受信部

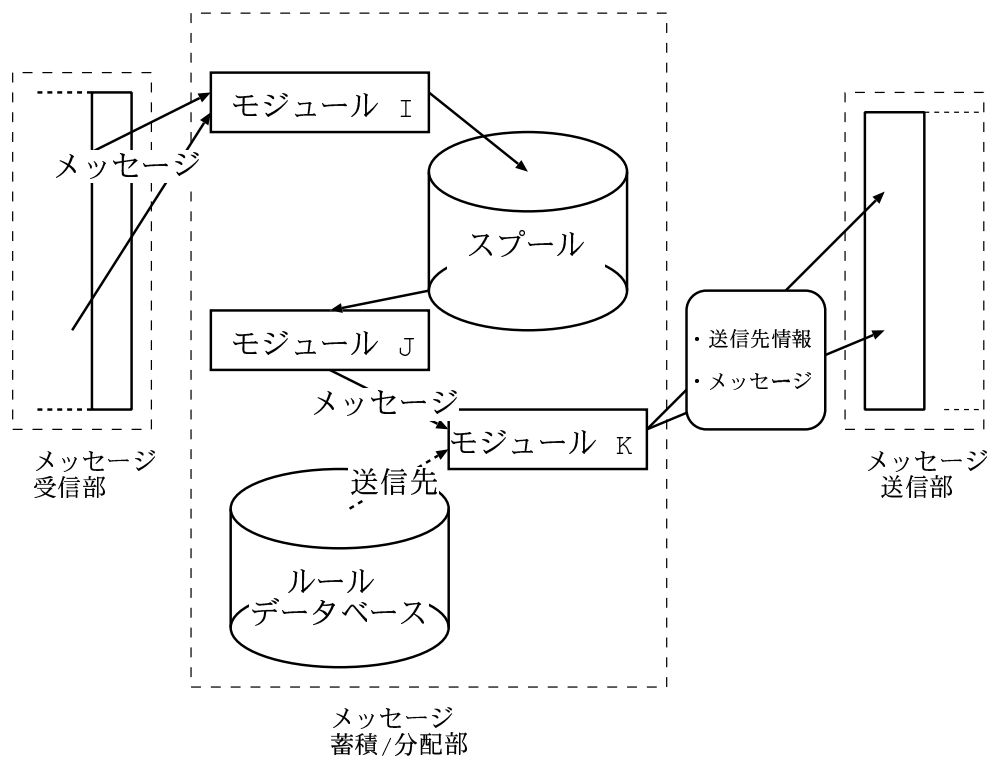


図 5.4 メッセージ蓄積/分配部

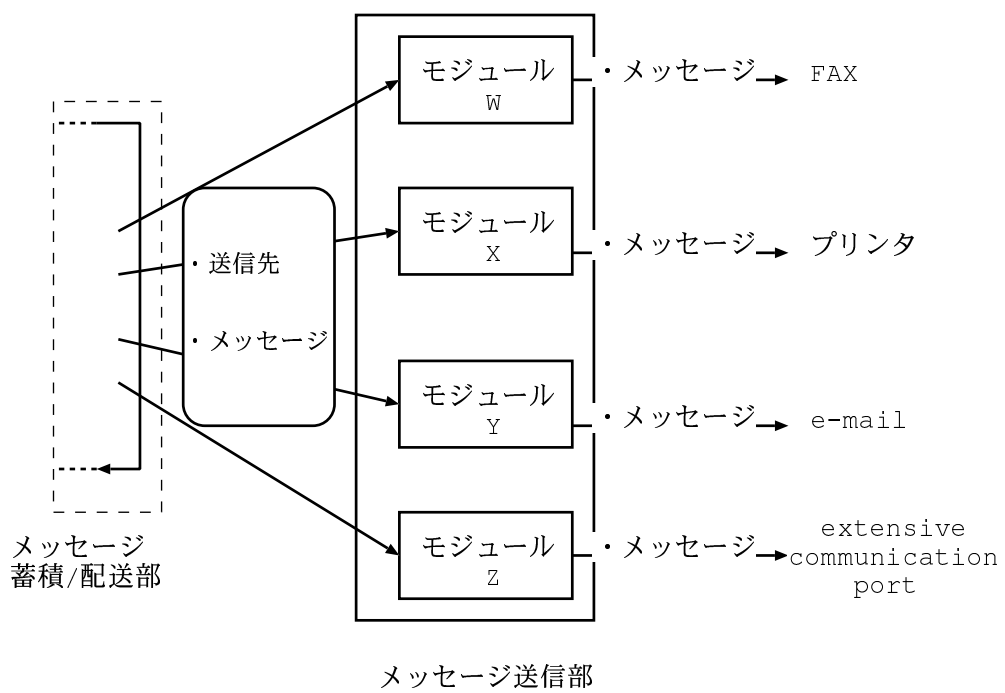


図 5.5 メッセージ送信部

## 5.5 動作例

最後に本システムの動作例を述べる。この例では、送信側は G3FAX を用いてメッセージを送信し、受信側はメッセージをメールで受信している。

- 1 メッセージの送信者が G3FAX からシステムへ FAX を送信する。(図 5.6)

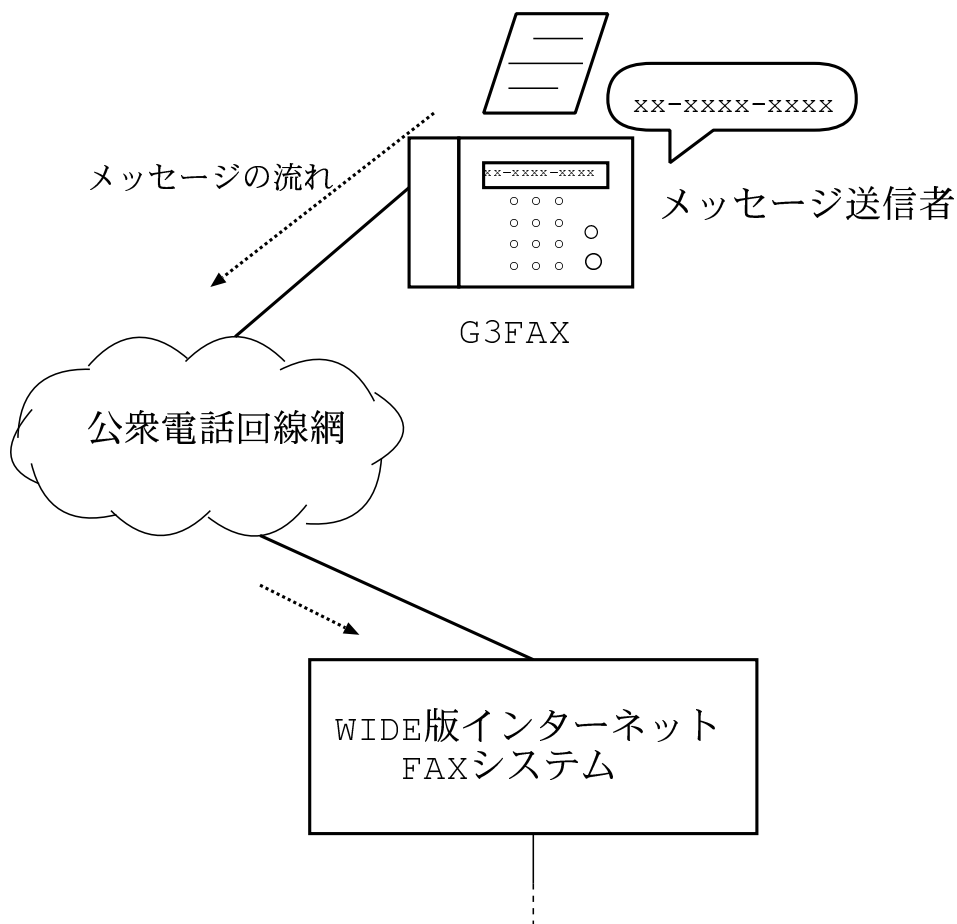


図 5.6 動作例-1

- 2 HylaFAXがFAXの受信を確認し、モジュールAが呼び出される。モジュールAはメッセージをTIFF/F形式に変換し、メッセージ蓄積/分配部内のスプールへ保存する。同時に、ヘッダファイルを作成し同じ場所に保存する。(図5.7)

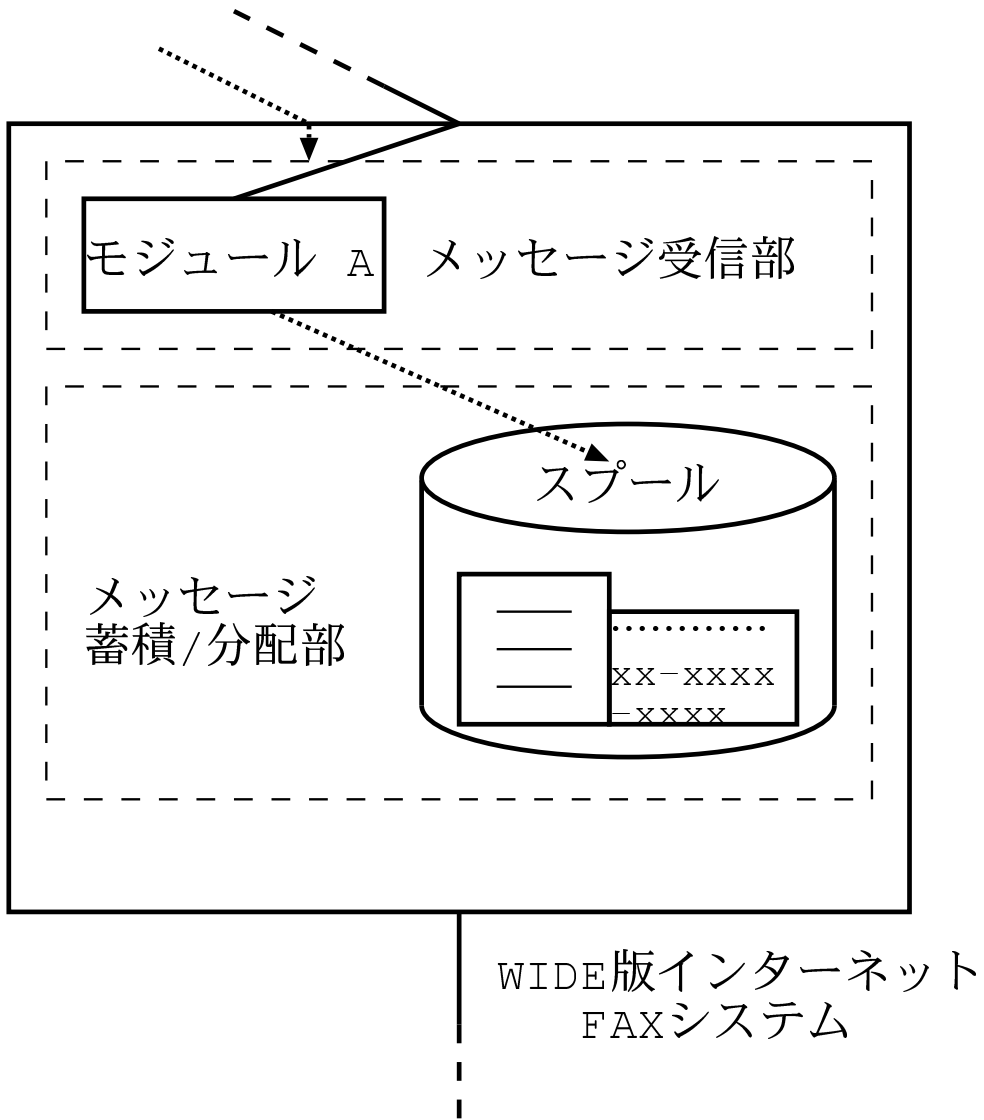


図 5.7 動作例-2

- 3 ルールデータベースには xx-xxxx-xxxx から受信したメッセージを\*\*@\*\*.\* へ送信するようにあらかじめ記述しておく。モジュール K はルールデータベースを参照して、スプールに蓄積されたメッセージを\*\*@\*\*.\* に送信する情報を得る。(図 5.8)

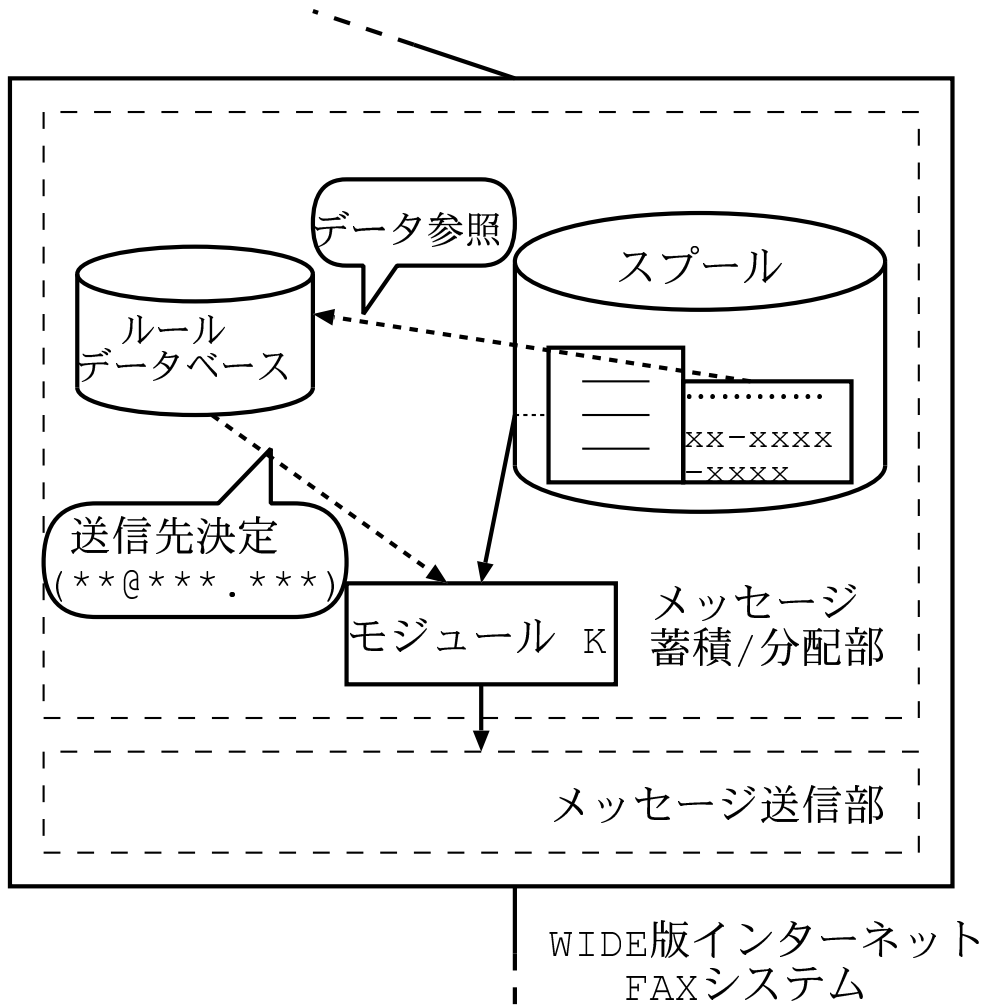


図 5.8 動作例-3

- 4 モジュール Y はモジュール K からメッセージの場所と送信先のアドレスを受け取り、mpack を使用してメッセージを符号化し、メールに添付して\*\*@\*\*\*.\*\*\*へ送信する。受信者はこのメッセージをメールで受信する。(図 5.9)

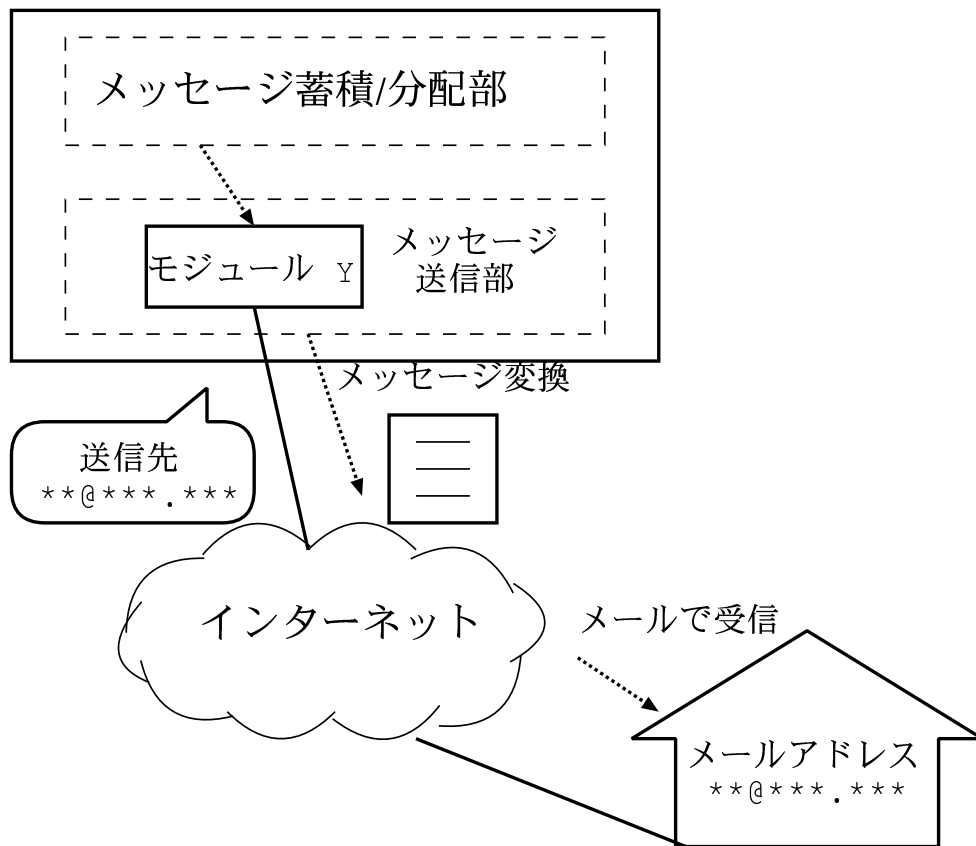


図 5.9 動作例-4

# 第6章

## 実験

本章では WIDE 版インターネット FAX システムを用いたメッセージ変換システム、および WIDE 版インターネット FAX システムの実験について報告する。

### 6.1 実験の概要

本システムは既に述べたようにインターネット FAX の機能を備えている。今回の実験ではメッセージ変換システムの機能だけでなく、インターネット FAX の機能の実験も同時に行う必要がある。そこで、本システムと他組織による実装との相互接続性を検証する IMC 主催の FAXConnect1<sup>1</sup> に参加した。FAXConnect1 については 6-1-3 で詳しく説明する。

#### 6.1.1 実験の目的

今回の実験の目的は以下の通りである。

- インターネット FAX 機能の確認
- メッセージ変換システム機能の確認

これらのことを確認するため FAXConnect1 では以下のことを確認した。

- 項目 1  
RFC2305 準拠の電子メールの送信
- 項目 2  
RFC2305 準拠の電子メールの受信
- 項目 3  
G3FAX から送られてきたメッセージを受信 (onramp 機能)

---

<sup>1</sup> <http://www.imc.org/fc1-final.html>



- 項目 4

受信した電子メールを G3FAX へ送信 (offramp 機能)

onramp ゲートウェイとは、公衆電話回線網からコンピュータネットワークへの中継装置のことである。offramp ゲートウェイはコンピュータネットワークから公衆電話回線網への中継装置のことである。

### 6.1.2 実験環境

今回の実験は以下のようなハードウェア構成で行った。

- TOSHIBA Libretto
  - Pentium100MHz
  - 32MB RAM
  - 2.1GB HDD
- PCMCIA Ethernet Card
- PCMCIA Fax/Modem Card
- Cannon BubbleJet Printer BJC50v

### 6.1.3 FAXConnect1 について

FAXConnect1 は 1998 年 12 月 1 日から 2 日にかけて米国カリフォルニア州で開催された、インターネット FAX の相互接続実験である。FAXConnect1 の目的は RFC2305 で規定された Simple Mode インターネット FAX の基本機能が正しく実装されていることを確認することである。参加した組織は以下の合計 17 組織である (順不同)。

- |                        |                        |                            |
|------------------------|------------------------|----------------------------|
| • Canon                | • Cisco System         | • 5th Generation Messaging |
| • Genoa                | • Intel                | • nterstar Technologies    |
| • iReady               | • KDD                  | • Matsushita               |
| • Metasoft             | • Natural MicroSystems | • NetCentric               |
| • Open Port Technology | • Optus Software       | • Ricoh                    |
| • WIDE Project         | • Xerox                |                            |

## 6.2 WIDE 版インターネット FAX システムの正当性

実験に参加した各組織が開発したインターネット FAX の機能の以下にまとめる。

電子メールのみ受送信が可能 : 12 組織

電子メールで受信のみ可能 : 1 組織

電子メールで送信のみ可能 : 1 組織

組織名	項目 1	項目 2	項目 3	項目 4
A	確認	確認	未実装	未実装
B	確認	確認	未実装	未実装
C	確認	確認	未実装	未実装
D	未実装	確認	未実装	未実装
E	確認	確認	未実装	未実装
F	確認	確認	確認	確認
G	確認	確認	未実装	未実装
H	確認	確認	未実装	未実装
I	確認	確認	未実装	未実装
J	確認	確認	未実装	未実装
K	確認	確認	未実装	未実装
L	確認	確認	未実装	未実装
M	確認	失敗	未実装	未実装
N	確認	確認	確認	確認
O	確認	確認	未実装	未実装
P	確認	未実装	未実装	未実装

表 6.1 実験結果

電子メール、onramp/offramp で受送信が可能 : 3 組織 (本システムを含む)

実験結果を以下の表 (表 6.1) にまとめた。表中の項目 1、2、3、4 は 6-1-1 の各項目に対応する。IMC の方針により、他の組織の実験結果を許可なく公表できないため組織名を A から P のアルファベットで表した。

相互接続実験を行った 16 組織中 13 組織とは電子メールの送受信が確認された (項目 1、2)。実験中に問題があったのは 2 組織で、そのうちの 1 組織とはその場で原因を究明して、修正後に再び実験を行ったところ正常にメッセージの送受信を行うことができた。残る 1 組織は原因、対処方共に判明したものの、時間が足りなかったため受信の確認はできなかった。

onramp、offramp 機能 (項目 3、4) を実装していた組織は F と N だけであったが、どちらも接続実験に成功した。

この結果から本システムがインターネット FAX の機能を備えており、他のインターネット FAX とも大きな問題もなく通信可能であることがわかる。

### 6.3 メッセージ変換システムの評価

今回の実験では筆者の期待した onramp、offramp 機能の確認が 2 組織としかとれなかった。結果は表の通りで、とくに問題はなかった。これらの機能はインターネットと公衆電話回線網の融合には必要であると考えている。この実験では FAX と電子メール間のメッ

ページ変換を確認のみであったが、FAXと電子メール間ではメッセージの持つ意味を変更しないでメッセージの変換が可能であることは実証された。

## 第7章

# 考察と今後の展望

### 7.1 考察

今回の実験では電子メールの受信に失敗した組織があった。しかし、その原因は受信した電子メールのヘッダがRFCの仕様に準拠していないというものだった。本システムは本論文中にも述べたがRFCに準拠しており、今回の実験での失敗は大きな問題ではないと考えている。また、今回の実験では onramp、offramp 機能に関する実験に成功しているものの、十分に実験が行えなかったため、今後も実験を繰り返す必要がある。

### 7.2 今後の展望

今後の予定としてはまず、インターネット FAX システムとしての機能の充実をはかるためスキャナが取り込んだ画像を処理するモジュールの実装を行う予定である。そして、次世代インターネット FAX である Full Mode インターネット FAX への対応も予定している。これはメッセージを送信する際に送信側と受信側の認証、双方で可能な伝達フォーマットの調査をし、高度なメッセージ伝達を行う。この実現のためには MDN(Message Disposition Notification) を使用する。MDN は電子メールの送信側と受信側において、双方が扱える共通のフォーマットに自動的に変換する。本システムは拡張ポートを利用して MDN モジュールを追加し、Full Mode インターネット FAX を実現する予定である。

## 第8章

### おわりに

異なるメディア同士で情報伝達を可能にするため、Simple Mide インターネット FAX を利用したメッセージ変換システムの設計、実装を行った。またメッセージ変換システムを実際に用いて実験を行い FAX と電子メール間のメッセージの変換を確認した。今後はより多くのメディアのメッセージに対応した変換システムを目指す。これにより、本システムを利用した異なるメディア間でのメッセージ伝達によって、メッセージ送信側と受信側が何も意識せずにメッセージの伝達を自由に行えると期待される。

## 第9章

### 謝辞

本論文を書くにあたって、常に厚い御指導を頂いた大野浩之講師に心から感謝致します。  
また、多くの助言を下された大野研究室の先輩方にお礼を申し上げます。特にチューターとして指導して頂いた野田明生さん、是枝和義さんに改めて感謝します。

## 参考文献

- [1] K. Toyoda, H. Ohno, J. Murai, and D. Wing. A Simple Mode of Facsimile Using Internet Mail. Request for Comments 2305, March 1998.
- [2] G. Parsons, J. Rafferty. Tag Image File Format (TIFF)-F Profile for Facsimile. Request for Comments 2306, March 1998.
- [3] Procedures for the transfer of facsimile data via store-and-forward on the internet. In ITU Recommendation T.37, June 1998.
- [4] Silicon Graphics Inc. HylaFAX Version 4.0 Man Page List. Silicon Graphics
- [5] 木本雅彦, 大野浩之. 自律型ネットワーク端末 (PICKLES) を用いたシステム運用技法. 情報処理学会. 分散システム運用技術シンポジウム'98, February 1998.
- [6] インターネットと他の通信メディアの融合. WIDE プロジェクト. 1997年度 WIDE プロジェクト 研究報告書 (第15部). Technical report., 1998.
- [7] 本庄利守. さまざまな入出力装置を備えたキャンパス情報システムの設計と実装. 東京工業大学理学部情報科学科 卒業論文, February 1996.
- [8] 草刈 千晶. 多様なメディアの統合を目指したインターネットアーキテクチャの構築. 慶応義塾大学 大学院 政策・メディア研究科 修士論文, February 1996.
- [9] 川上 桂. サリユテーション構想とそのアーキテクチャ. 情報処理学会. 論文集, September 1996.