

## マルチドメインメールサーバの実装

中川 郁夫  
インテックシステム研究所

大野 浩之  
東京工業大学

### 概要

インターネットでは、電子メールを受けとり、そのメッセージをスプールするマシンをメールサーバと呼ぶ。一般にひとつのメールサーバは複数のドメインを扱えるが、そのメールアカウントを管理する名前空間は単一である。

本稿では、サーバ共有モデルの概念を導入し、複数のドメインでひとつのサーバを共有する方法について紹介し、その実装例として、一つのメールサーバで複数のドメインを扱い、かつメールアカウントの名前空間をそれぞれのドメインで独立に扱うための手法を提案する。

## An implementation of a multiple domain mail server

Ikuo Nakagawa  
INTEC Systems Laboratory, Inc.

Hiroyuki Ohno  
Tokyo Institute of Technology

### Abstract

In the Internet, a mail server receives and spools e-mail (electronic mail). Although the mail server can generally handle messages for multiple mail domains, a name space for their mail accounts must be unique.

In this paper, we introduce *Shared Server Model* which is a method to support multiple domains by a single server, and we also suggest a new method, as an implementation of this model, to treat multiple mail domains and independent name spaces for each mail domain in a single mail server

## 1 はじめに

近年のインターネットの成長は著しい。最近数年間の成長率は年率で2.5~3倍とも言われ、大学や研究所などの学術系のネットワークとして位置付けられていたところと比べると、広く一般に利用されるようになってきた。また、商用プロバイダが接続サービスを開始してからは、インターネット技術は研究機関や情報系の企業だけでなく、あらゆる分野の企業や部門にも普及してきた。

こうしたインターネットの成長に伴い、インターネットは研究対象としてのネットワークから、通信インフラとしての位置付けに移行してきている。つまり、通信技術やサーバなどの管理・運用技術は一部の専門家たちによって追求されるだけであり、最近のほとんどのユーザにとっては、そうした技術的な面は興味の対象ではない。特に情報や通信を専門としない企業や部門がインターネットを利用する際には、サーバ構築や管理・運用などは、外注やアウトソーシングを利用するといったケースが増えてきている。最近では、ある企業に対して、その企業のドメイン名を取得し、World Wide Web (以下 Web) サーバを代行して構築、管理、運用するといった Web サーバのレンタルサービスが数多く見られるが、これもアウトソーシングの一つの例である。

しかし、こうしたアウトソーシングのサービスを、サービス提供者の立場から考えた場合、1 ユーザに対してサーバを1台準備し、管理・運用しようとする、初期コストや管理コストが大きくなるのが問題になる。したがって、一般には仮想ホスト (Virtual Host[1]) などの技術を利用して1台のサーバで複数のユーザの Web サーバを管理・運用する「マルチドメインサーバ」によってサービスを提供する。

本研究では、新たに「サーバ共有モデル (Shared Server Model)」を導入し、Web サーバに限らず、メールや FTP、TELNET などの、アカウント空間に依存した一般的なサービスについてもマルチドメインサーバを実現する手法を示す。なお、筆者の一人はこれまでメールサーバ機能に限定してマルチドメインサーバを実装する方法について研究を行ってきたが [2]、サーバの利用にあたってクライアントのアドレスが限定されるなどの問題があった。本稿では、サーバ共有モデルの実現例としてメールサーバ機能を取り上げ、より完全なマルチドメインメールサーバの実装を行った。

## 2 サーバ共有モデルに基づくマルチドメインメールサーバの設計

### 2.1 マルチドメインサーバとサーバ共有モデル

近年では、プロバイダがユーザの Web サーバを管理・運用するサーバ代行サービスが数多く提供されている。この種のサービスでは、仮想ホスト (Virtual Host) などの技術を用いて1台のサーバで複数のユーザの Web サーバを運用することにより、コスト削減やスペースの削減を計っているのが一般的である。このような手法は、1台のサーバで複数のドメインの Web サーバを運用することからマルチドメインサーバと呼ばれている。

本研究では、このマルチドメインサーバの技術をさらに一般化し、メールや TELNET などのアカウント空間に依存するサービスについても、1台のサーバで複数のドメインに対して独立なサービスを提供できるサーバ共有モデルを導入する。すなわち、サーバ共有モデルにおけるマルチドメインサーバは、複数のドメインに対し次のようなサービスを提供する。

1. 各ドメインは独立なアカウント空間を持ち、ユーザごとのファイルや情報を管理する。  
例えば、1台のサーバで `abc.co.jp` と `xyz.or.jp` の二つのドメインを運用する場合、メールサーバは `foo@abc.co.jp` と `foo@xyz.or.jp` を異なるユーザであると認識し、それぞれ独立なスプールにメールを保存する。また、`http://abc.co.jp/~foo` と `http://xyz.or.jp/~foo` はそれぞれ独立な二人のユーザのホームページとして提供される。
2. ネットワークからのアクセスに対してドメインごとに独立なサービスを提供する。  
上記の例で `abc.co.jp` と `xyz.or.jp` それぞれに対して、POP[3] によるメールの読みだしのためのサービスは別々のスプールを参照する。また、`http://abc.co.jp` と `http://xyz.or.jp` は独立なコンテンツを提供する。
3. 他のサーバへのアクセスは独立におこなう。  
例えば `abc.co.jp` および `xyz.or.jp` に対して proxy サービスを提供する場合、proxy サーバとして、ある Web サーバにアクセスをおこなう際にどちらのドメインからのアクセスであるかが区別される。ただし、実際にはほとんどのケースで区別する必要はない。

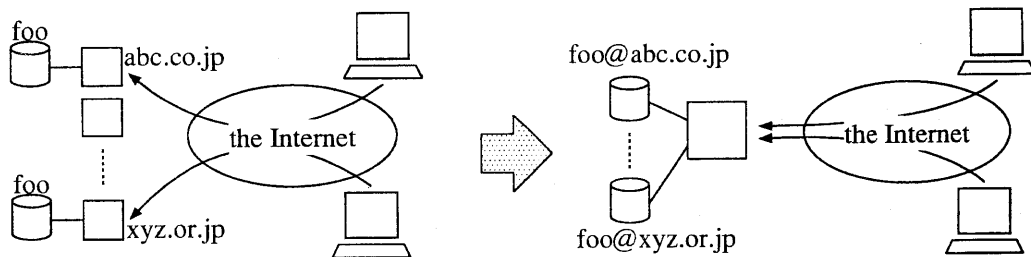


図 1: サーバ共有モデルによるメールサーバの共有

## 2.2 マルチドメインメールサーバの設計

本稿では、前節で導入したサーバ共有モデルにしたがって、メールサーバを複数のドメインで共有するマルチドメインメールサーバを実装する(図 1)。

マルチドメインメールサーバによるメールサービスでは、ユーザや他のメールサーバがそのサービスを利用する際に、メールサーバがドメインごとに独立に存在する場合と同様なインターフェースを提供する。すなわち、マルチドメインメールサーバによるメールサービスを利用するために、クライアントや他のメールサーバに一切の変更を加える必要はない。

なお、一般に、メールサーバは次の 3 つのサービスを提供するため、本稿でもこれらの機能についてのマルチドメイン化をおこなう(図 2)。

1. アカウントとユーザごとのスプールの管理
2. SMTP[4] によるメールの送受信と転送
3. POP[3] によるメールの読みだし

## 3 マルチドメインメールサーバの実装

### 3.1 メールサーバのマルチドメイン化

本節では、サーバ共有モデルを適用し、前節で示された機能についてのマルチドメイン化を実現する。すなわち「アカウント空間の独立性」、「SMTP によるメールの送受信の処理の独立性」、「POP によるメールの読みだしの処理の独立性」についてマルチドメイン対応化をおこなう。

1. アカウント空間の独立性の実現
  - ドメインごとに仮想的なディレクトリツリーを構築し、アカウント情報などは各ディレクトリツリー

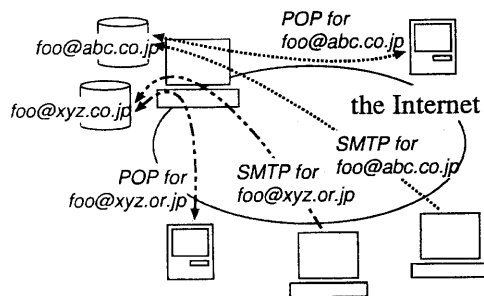


図 2: スプールの管理と SMTP/POP によるアクセス

以下で管理する。ドメインに依存した処理の際に、chroot システムコールを用いて仮想的なディレクトリ以下のアカウント情報を参照することによりアカウント空間の独立性を確保する。(図 3)。この手法を用いるとサーバプログラムは既存のものを流用できるため、開発コストが大幅に削減される。例えば、管理するドメインごとに /var/multi 以下に仮想的なディレクトリツリーを構成し、各ディレクトリツリーの中でアカウント管理ファイルやスプールを管理する。サーバプロセスやその他のドメインに依存した処理は、各ディレクトリに chroot した後に実行される。

### 2. SMTP によるメールの受信時の処理の分岐

#### (a) 手法 1 - IP アドレス共有型

メールの受信については、サーバでプロセスを一つだけ起動し、メールアドレスの @ 以降の部分 (foo@abc.co.jp の abc.co.jp の部分など) からドメイン名を判断し、処理を決定す

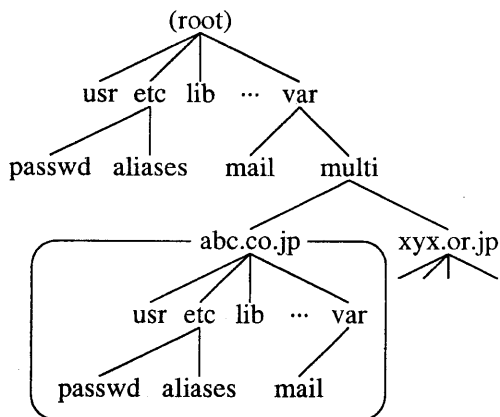


図 3: ドメインごとの仮想ディレクトリツリー

る。例えば `sendmail` では `sendmail.cf` の中で特定ドメイン宛のメールに対して外部メーラ (external mailer) を起動するように記述できるので、これを用いて別プログラムで配送を試みる。別プログラムは上記 1 で構築された仮想的なディレクトリツリーに `chroot` を行い、その下で再度 `sendmail` を起動するだけの簡単なプログラムである。なお、DNS データベース上で各ドメインに対する MX レコードはここで設定しているサーバを登録する。

(b) 手法 2 - IP アドレス独立型

`vif`[5] や `tun`<sup>1</sup> などの仮想的なインターフェースを用いて、サーバに複数のアドレスを割り当て、ドメインごとに利用するアドレスを分ける。`apache`[6] や `Netscape Server`[7] などはこの手法により Virtual Host を実現している。メールサーバの場合、例えば `sendmail` では `sendmail.cf` のオプションによってネットワークからのアクセスを待機するアドレスを明示的に指定することが可能である。これに加え、`sendmail` プロセスをドメインごとの仮想ディレクトリツリーに `chroot` した状態から daemon モードで起動することにより、ドメインごとに独立な処理が可能になる。なお、DNS データベース上では、各ドメインに対す

る MX レコードはそれぞれ割り当てられたアドレスを指定する。

3. POP サービスの処理の分岐

(a) 手法 1 - IP アドレス共有型

ユーザが POP でアクセスする場合には、ユーザ側のアドレスの範囲を固定であると仮定し、ユーザのアドレスに応じた処理をおこなう。具体的には、`popper` を `inetd` から起動する前に `detect`[8] などの wrapper プログラムを実行するよう `/etc/inetd.conf` で設定し、クライアントのアドレスに応じて上記 1 で構築された仮想的なディレクトリツリーに `chroot` を行ってから `popper` を起動する。

(b) 手法 2 - IP アドレス独立型

`vif` や `tun` などの仮想的なインターフェースを用いて、サーバに複数のアドレスを割り当て、ドメインごとに利用するアドレスを分ける。手法 1 と同様に wrapper による処理を分岐をおこなうが、分岐はクライアント側のアドレスではなく、サーバ側のアドレスで判断する。手法 1、手法 2 のいずれについても、`inetd` から起動されるプログラムであれば、同様に wrapper プログラムを利用して処理を分岐することができる。

4. ネットワークへの (outgoing) アクセスについて

メールサーバは SMTP によるメールの配送時にネットワークへのアクセスをおこなうが、メールの配送においては「誰が配送したか」という点をドメインごとに独立させることは必ずしも重要ではない。したがって、マルチドメインメールサーバの実装においては、outgoing のアクセスについては特に対処しない。同様に、一般的な多くのサービスについては outgoing の処理を独立させることは必要ではない。

ただし、proxy サーバなどが他の Web サーバにアクセスした際に、利用したドメインごとのアドレスがログに残るほうが望ましい、などのように outgoing の処理についてもドメインごとに独立させたいケースもある。このような場合には outgoing パケットの自ホスト側のアドレスとしてドメインごとに割り当てたアドレスを明示することで対処する。これは、ソケットを作成したのち、`bind` システムコールを用いて明示的に自ホストのアドレスを指定する

<sup>1</sup>トンネルインターフェースのための疑似デバイス

ことによって可能である。squid[9]はこの方法により outgoing packet についてもアドレスが指定できる。

### 3.2 マルチドメインメールサーバの利用例

著者のひとり、平成8年4月より社内向けにマルチドメインメールサーバを利用したメールアカウントサービスを提供している。このサービスでは、自らサーバを構築、管理、運用するだけの技術や知識をもたない部署に対しシステム部門で統括してメールサーバを代行するもので、物理的には1台のPC上にFreeBSDをインストールし、アカウント空間の独立なドメインを複数管理している。現在まで、計100名を越えるユーザを数え、社内でのメールサーバ代行サービスとして定着してきている。

また、INTEC INTERNET<sup>2</sup>では、高額な専用線での接続が困難なユーザや、独自にサーバを管理・運用するだけの技術がないユーザなどに対して、マルチドメインメールサーバを利用したサーバ共有サービスを提供している。同サービスは平成8年4月よりスタートし、平成8年10月現在で8ドメインを数えている。

いずれも半年以上運用を続けているが、現在のところ大きな障害もなく十分実用に耐えているといえる。これらのケースでは、ハードウェアコスト、管理・運用コストを大幅に削減し、効率的に複数のドメインを管理することに成功している。

## 4 考察

本稿ではサーバ共有モデルを導入し、マルチドメインメールサーバの実装について紹介したが、本モデルの実現技術はメールだけでなく、Web や FTP、TELNET などにも容易に応用できる。特に、本稿で提案された chroot システムコールを用いた実現方法に従えば、多くのプログラムは修正なしに、また、ほとんどすべてのプログラムは若干の修正でマルチドメイン化されたシステムの中で利用することができる。これらの技術で構築されたマルチドメインサーバはプロバイダが提供するレンタルサーバサービスや代行サービス、あるいは、企業や大学がそのサブドメインに対してサーバ機能を提供する際に次のような効果をもたらす。

1. ハードウェアコストが削減できる。

<sup>2</sup>(株) インテックが運営するプロバイダ

2. 効率的な管理・運用が可能になる。
3. 物理的なスペースが縮小される。

なお、プロバイダによるインターネット接続サービスを考慮すると、プロバイダ側でユーザが必要とする全てのサーバ機能を提供した場合、インターネットとの通信はサーバがおこなうため、ユーザはインターネットに対する直接的な接続性を持つ必要はなくなる。このことは次のような利点をもたらす。

1. ユーザは必要に応じてサーバとの通信を行えばよい。特に、DNS やメールなどの通信はプロバイダ側で提供されているため、ドメイン名を割り当てられながら、ユーザネットワークはダイヤルアップによる片方向の接続が可能になる。
2. ユーザネットワークに対してプライベートアドレス空間を利用することが可能になる。IP アドレスの枯渇が大きな問題になっている昨今、これは非常に大きな意味を持つ。

サーバ共有モデルに従い、マルチドメインサーバ上にさまざまなサーバ機能を実現することによって、今後はこれらの応用的なサービスも容易に展開することが可能になると思われる。

しかし、サーバ共有モデルをより洗練されたものにしていくためには、今後いくつかの課題を検討、対処していく必要がある。本節では、これらの課題について言及し、対処できるものについてはその対処法を示す。

### 1. プログラムのインストール

本稿では chroot を利用しているため、プログラムなどを各ドメインのディレクトリツリーの中にインストールする必要がある。そのためインストールの手間と、多くのディスクスペースが必要とされる。この問題は SunOS の lofs や 4.4BSD 系の nullfs を利用し、ローカルファイルシステムを仮想ディレクトリ以下にマウントすることにより解決できる。また、すべてのドメインが同じパーティション上に仮想ディレクトリツリーを構成していればハードウェアリンクを利用することも可能である。

### 2. ログの採取

Unix では syslogd というプロセスがログを収集しているが、chroot を行った場合、ログを書き出す /dev/log が参照できないため、ログが採取できない。本稿では OS の全ソースがある環境で実装をし

ているので、syslogd に変更を加え chroot 後の環境でもログが採取できるようにした。

3. ドメインごとのアカウント管理など  
ユーザ側でアカウントの登録や削除、あるいはパスワードの変更などをしたいというニーズに対して、専用のインターフェースを準備する必要がある。最近の動向を考慮すると、これらの機能を Web 上のインターフェースとして実現することが望ましい。
4. システム管理者のためのユーティリティの充実  
現在は新規ドメインの登録やドメインの削除などは自動化されているが、他にログの解析やドメインごとの設定変更などが容易にできるようユーティリティを充実させる必要がある。
5. 多重化の問題  
サーバ共有モデルでは、いくつものドメインがサーバを共有するため、1 台のサーバの障害が及ぼす影響の範囲は広くなると言える。したがって安全性のためサーバを二重化することを考慮しなくてはならない。また、効率的な負荷分散のためサーバを多重化することも検討する必要がある。
6. サーバの処理能力と損益分岐点  
本稿では PC(Pentium/133MHz) 上に FreeBSD をベースにしたマルチドメインサーバを実装したが、経験的には、1 ドメインあたり 10~20 人程度で、メールの流量は 1 ユーザあたり 1 日平均で 50 件未満、ユーザからのメールの読みだしはダイヤルアップや低速ネットワーク<sup>3</sup> 経由による離散的なアクセス、という条件のもとで、10 ドメインまでは十分に対応できているようである。詳しくは別途報告するが、サーバの能力、ユーザ数、メールの流量、ユーザからのアクセス頻度、配送遅延、導入コスト、管理コストなどを考慮し、 $n$  ドメインをマルチドメイン化する際に、何台のサーバで運用するのが効率的かを定量化、定式化する必要がある。

## 5 おわりに

本稿では、サーバ共有モデルを導入し、メールなどのアカウント空間に依存したサービスについてマルチドメインサーバを構築する手法について提案した。また、その適用例としてマルチドメインメールサーバを実装し、このような手法によって、ハードウェアコストや管理・

<sup>3</sup>ここでは 64~128Kbps 程度を想定している

運用コスト、物理的な空間などの面で効率的なサーバ運用が可能になることを示した。

今後はサーバ共有モデルに基づいて、メール以外のサービスについてもマルチドメイン対応化を進めると共に、考察で示される課題を調査、検討を行って行く必要がある。

## 謝辞:

本研究の実装にあたって協力してくださった(株)インテックの北島直樹氏、松本実氏に感謝します。

## 参考文献

- [1] Apache: "Apache Server Virtual Host Support", <http://www.apache.org/docs/virtual-host.html>
- [2] Ikuo Nakagawa: 「インターネットにおけるマルチドメインメールサーバの構築」, INTEC Technical Report 45
- [3] M. Rose: "Post Office Protocol — Version 3", RFC 1460, (June 1993)
- [4] Jonathan B. Postel: "SIMPEL MAIL TRANSFER PROTOCOL", RFC 821, (August 1982)
- [5] Apache: "Virtual Interface Information", <http://www.apache.org/docs/vif.info>
- [6] Apache: "Apache HTTP Server Project", <http://www.apache.org/>
- [7] Netscape Communications Corporation: "Netscape Company and Products", <http://www.netscape.com/comprod/>
- [8] Ikuo Nakagawa: "An information for detect", <http://www.noc.intec.co.jp/work/detect.html>
- [9] Duane Wessels: "Squid Internet Object Cache", <http://www.nlanr.net/Squid/>