

## 高知地域指向疑似IXにおけるWWWサーバ群の構成

廣瀬 崇夫<sup>†1</sup> 正岡 元<sup>†2</sup>  
杉山 道子<sup>†1</sup> 西内 一馬<sup>†1</sup>  
菊池 豊<sup>†1</sup> 菊地 時夫<sup>†3</sup>

高知工科大学 情報システム工学科<sup>†1</sup>  
高知工科大学 電子・光システム工学科<sup>†2</sup>  
高知大学 情報科学科<sup>†3</sup>

### 概要

地域指向のインターネットトラフィック交換方式にPIXモデルがある。我々は、高知県においてPIXモデルの実証実験KPIXを行っている。PIXモデルでは多くのキャッシュサーバを介してトラフィックを交換する。このキャッシュサーバ間の連携には多くのバリエーションがある。

本稿ではPIXモデルにおいて、キャッシュサーバ間の連携を効率よく行うWWWサーバ群の構成を提案する。また、キャッシュサーバとしてSquidを用いての具体的な設定例を示す。

### How to combine WWW servers on the PIX model

HIROSE Takao<sup>†1</sup>, MASAOKA Hajime<sup>†2</sup>,  
SUGIYAMA Michiko<sup>†1</sup>, NISHIUCHI Kazuma<sup>†1</sup>,  
KIKUCHI Yutaka<sup>†1</sup> and KIKUCHI Tokio<sup>†3</sup>

Department of Information Systems Engineering, Kochi University of Technology<sup>†1</sup>

Department of Electronic and Photonic Systems Engineering, Kochi University of  
Technology<sup>†2</sup>

Department of Information Science, Kochi University<sup>†3</sup>

### Abstract

PIX is a region oriented model for exchanging traffic of the Internet. We have been performing actual proof experiment KPIX, an implementation of PIX in the Kochi prefecture. WWW traffic is exchanged via many proxy and/or cache servers on PIX. Therefore, there are many variations combination of cooperative proxy servers.

This paper proposes how to combine WWW servers that performs cache exchange efficiently on the PIX model. We will show a concrete example of a configuration proposal using Squid as proxy and cache servers.

## 1 はじめに

著者らはインターネットトラフィック交換モデルである PIX モデルを提唱した [1]。また高知県において、地域情報化プロジェクトである Kochi 2001 Plan の下に、県内の産官学の共同で「KPIX 実験研究協議会」を 1997 年 7 月に組織し、実験を行っている [2][3][4]。KPIX とは、"Kochi Pseudo Internet eXchange" の略である。

キャッシュサーバの運用について、トラフィック解析によるキャッシュサーバの評価が報告されている [5] [6] [7]。また、キャッシュサーバの運用技術として透過型キャッシュやリバースプロキシなどの報告がある [8]。

PIX モデルでは多くのキャッシュサーバを介してトラフィックを交換する。このキャッシュサーバ間の連携には多くのバリエーションがある。そのため、キャッシュサーバ間の連携が効率よく行うサーバ群の構成が求められている。

本稿では、キャッシュサーバ間の連携を効率よく行う WWW サーバ群の構成を提案する。以降、第 2 節で PIX モデルの基本概念を述べる。また、説明のために PIX での典型的な WWW サーバ群の構成例を示す。そして、第 3 節では、第 2 節で示した WWW サーバ群に対しての要求を示し、第 3 節では、それを満たすサーバ群の設計を行う。そして、具体的な設計として Squid を用いて説明する。第 5 節ではまとめを行う。

## 2 PIX モデルの基本概念

PIX(Pseudo Internet eXchange) モデルの簡単な特徴をここで述べる。

PIX モデルとは IX モデルに代わるインターネットトラフィック交換モデルである。PIX モデルでは地域に閉じたイントラネットを構成し、インターネットとイントラネットとのトラフィック交換は全てアプリケーション層で行うモデルである。

### 2.1 特徴

PIX モデルの特徴として、IX と比較すると

- 管理者に要求される技術水準が低い

- 管理者間の協調・調整に対する労力の軽減
- 小さな地域コミュニティにも対応できる
- 影響が及ぶ範囲が小さい

ということが挙げられる。しかし、PIX モデルでは

- 交換できないプロトコルが存在する
- DNS が複雑になり設定が難しい

といった欠点がある。

### 2.2 コンテンツの共有

現在、HTTP コンテンツがインターネットトラフィックの大部分を占めている。また、地域情報化の進行により、将来は地理的に近い位置にある人々の求めるコンテンツはより重なる傾向にあると予想する。PIX モデルでは HTTP コンテンツを PIX 内で共有することにより同一コンテンツの重複した転送を抑制することができる。そのため、各 PIX 参加組織が独自にインターネットに繋がっている専用線への負荷が軽減できる。

### 2.3 経路制御

PIX モデルにおいて経路制御単位を HAN (Harmonizing Area Network) と呼ぶ。HAN は、組織間通信での IP データグラムの到達可能域であり、1 つ以上の LAN からなっている。PIX における HAN は、インターネットの BGP4 における AS の概念に相当する。

PIX モデルを用いた場合、経路制御の観点ではインターネット側からは PIX モデルを構成している組織がそれぞれ ISP 経由でインターネットに接続されているようにしか見えない。

これにより、PIX モデル内での経路制御での混乱が生じた場合でも、その影響が PIX モデルの外に伝搬する事は無い。管理者は、インターネット側での管理者との協調・調整を必要としないため、IX モデルに比較して管理が容易であるといえる。

## 2.4 PIX モデルにおける WWW サーバ群の構成例

ここでは、第 3 節以降の説明のために、PIX モデルにおける典型的な WWW サーバ群の構成例を示す (図 1)。

- 組織の WWW コンテンツを持っているサーバ (図中 I, II, III)
- 組織内のキャッシュサーバ (図中 A, B, C)
- HAN 内で各組織に対応するキャッシュサーバ (図中  $\alpha, \beta, \gamma$ )

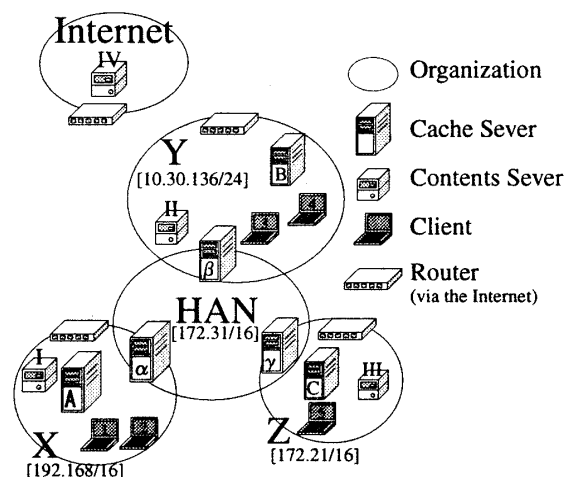


図 1: PIX モデルにおける典型的な WWW サーバ群の構成

## 3 WWW サーバ群に対する要求

ここでは、PIX 参加組織からの WWW サーバ群に対する利用要求を述べる。

- 効率のよいサーバ間の連携を行うための要求
  - HAN 内でできるだけ解決をする。
  - HAN 内で解決できない場合、自組織によるインターネット経路で解決する。
- コンテンツのアクセス制御を行うための要求
  - インターネット上で公開しているコンテンツ (以降は、公開コンテンツと記述する。以下同様) を持つ。

- インターネット上で公開せず、自組織内のみで公開しているコンテンツ (非公開コンテンツ) を持つ。
- コンテンツの公開・非公開を、要求元の IP アドレスを用いて制御する。

## 4 サーバ群の設計

ここでは、前節で述べた要求を満たすサーバ群を設計する。はじめに、リクエストに対するサーバ間の連携について述べ、次に組織内サーバと HAN 内サーバの動作について示し、最後に Squid を例にして具体的な説明をする。

### 4.1 リクエストに対するサーバ間の連携

ここでは、あるリクエストに対してのサーバ間の連携について具体的な動作を示す。

初期状態としてコンテンツはどのサーバにもキャッシュされていないものとする。図中の矢印はリクエストの流れを、矢印に付した数字は流れの順序を表す。

- 組織 X におけるサーバ I に公開コンテンツ i-1 があり、組織 Y 内にいるクライアント 3 が閲覧しようとした場合 (図 2)。

クライアント 3 はサーバ B に i-1 をリクエストする (1̄)。サーバ B は i-1 がキャッシュされていないのでサーバ  $\beta$  に i-1 をリクエストする (2̄)。サーバ  $\alpha, \beta$  は、リクエストを 3̄, 4̄ とリレーする。サーバ I はサーバ  $\alpha$  に i-1 を返す (5̄)。サーバ  $\alpha$  は i-1 をキャッシュし、サーバ  $\beta$  に返す (6̄)。サーバ  $\beta, B$  はコンテンツを 7̄, 8̄ とリレーすると同時にキャッシュする。最後にクライアント 3 は i-1 を閲覧できる。

- その後、組織 Z 内にいるクライアント 5 が公開コンテンツ i-1 を閲覧しようとした場合 (図 3)。

クライアント 5 はサーバ C に i-1 をリクエストする (1)。サーバ  $\gamma, \beta$  は、リクエストを 2̄, 3̄ とリレーする。サーバ  $\alpha$  は i-1 を

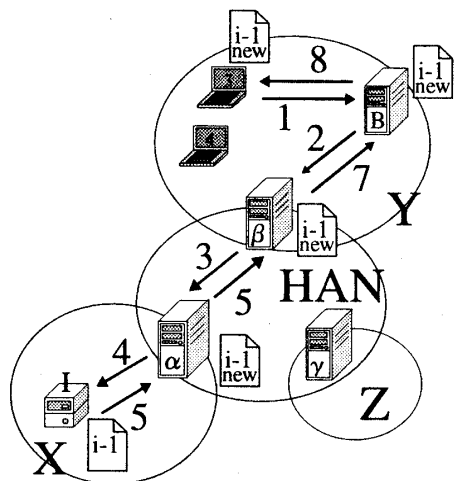


図 2: PIX 上の公開コンテンツに対するアクセス

キャッシュしているのので、サーバ I にリクエストする事なくサーバ  $\beta$  に返す (4)。サーバ  $\gamma$ , C はコンテンツを 5, 6 とリレーすると同時にキャッシュする。最後にクライアント 5 は i-1 を閲覧できる。

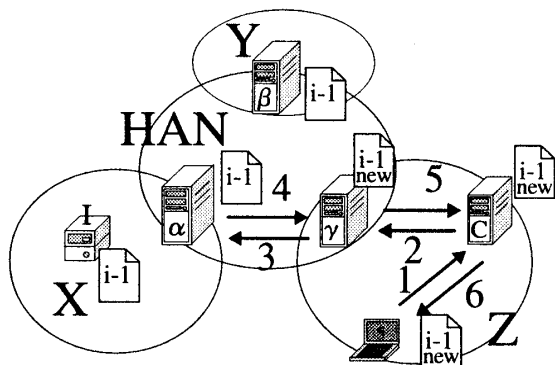


図 3: キャッシュされた公開コンテンツに対するアクセス

- 組織 X におけるサーバ I に非公開コンテンツ i-2 があり、組織 Z 内にいるクライアント 5 が閲覧しようとした場合 (図 4)。

クライアント 5 からの i-2 へのリクエストは、公開コンテンツに対するリクエストと同様にサーバ C,  $\gamma$ ,  $\alpha$ , I は、リクエストを 1, 2, 3, 4 とリレーする。サーバ I は、リクエスト元が組織 X 内の IP アドレスを持たないサーバ  $\alpha$  であるため、否定応答を返す (5)。否定応答は、サーバ  $\alpha$ ,  $\gamma$ , C が 6, 7, 8

とリレーし、クライアント 5 は i-2 を閲覧できない。

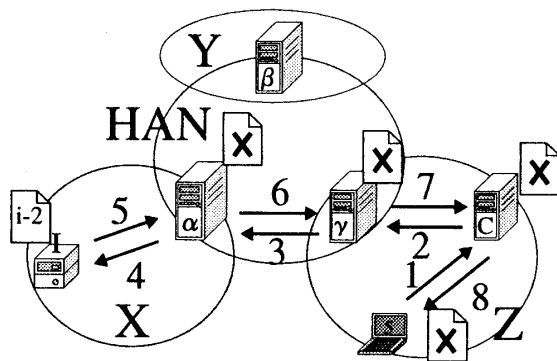


図 4: 非公開コンテンツに対するアクセス

- インターネット上にあるサーバ IV に公開コンテンツ i-3 があり、組織 X 内にいるクライアント 2 が閲覧しようとした場合 (図 5)。クライアント 2 はサーバ A に i-3 をリクエストする (1)。サーバ A は、サーバ  $\alpha$  にリクエスト 2 を出す。サーバ  $\alpha$  は他の HAN 内キャッシュサーバ  $\beta$ ,  $\gamma$  にキャッシュされているか問い合わせる (3, 3')。各キャッシュサーバにはキャッシュされていないので、サーバ  $\alpha$  に否定応答を返す (4, 4')。サーバ  $\alpha$  は問い合わせたサーバすべてから否定応答をもらったら、サーバ A に i-3 のリクエスト 5 を出す。サーバ A はサーバ IV にリクエスト 6 を出す。以降、i-3 は 7, 8, 9, 10 と返り、クライアント 2 は i-3 を閲覧できる。

最後の例では、リクエストをできるだけ HAN 内で解決するために、サーバ  $\alpha$  は、サーバ A からのリクエストを HAN 内のサーバ  $\beta$ ,  $\gamma$  に問い合わせている。また、HAN 内で解決できない場合、自組織におけるインターネット経路で解決する。さらにこのとき、HAN 内でのキャッシュコンテンツを増やすため、サーバ A がサーバ  $\alpha$  にコンテンツをキャッシュさせている。

#### 4.2 各サーバの動作

要求を満たし、上述の動作を行うための各サーバごとの動作を示す。表 1 と表 2 とは、それぞれ

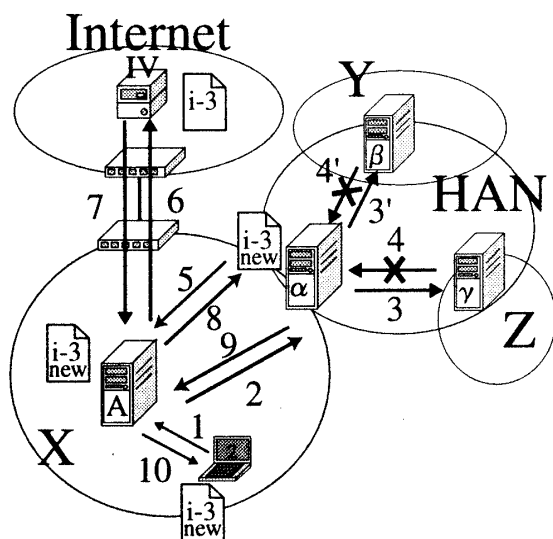


図 5: インターネット上の公開コンテンツに対するアクセス

サーバ A とサーバ  $\alpha$  との動作を示す。縦軸にリクエスト元を、横軸にコンテンツのある場所をとっている。Y と Z のサーバも同様である。

### 4.3 Squid によるサーバ群の実現

表 1 と表 2 とに示すサーバの動作を Squid を例にして説明する。

サーバ A と、サーバ  $\alpha$  をそれぞれ Squid A, Squid  $\alpha$  とし、squid.conf の設定例を表 3 と表 4 に示す。

ここでは、組織 X に IP アドレス 192.168/16 を割り当て、Squid A を 192.168.8.10 とする。同様に HAN に 172.31/16 を割り当て、Squid  $\alpha$  を 172.31.8.3 とする。

## 5 まとめ

PIX モデルにおいて、効率の良いサーバ間の連携が行える WWW サーバ群の構成を提案した。また、提案したサーバ群を Squid を例にして具体的な設定例を示した。今後これを実際に KPIX に用いて Squid の Log 解析を行い、より効率の良い Squid の設定をして行きたい。

今回は、PIX モデルにおける効率の良いサーバ

表 3: Squid A の設定

```

1 visible_hostname A.X.or.jp
2 http_port 3128
3 icp_port 3130
4 cache_peer  $\alpha$ .X.KPIX.net parent 3128
  3130
5 acl all src 0.0.0.0/0
6 acl X_SRC src 192.168.0.0/16
7 acl PIX_ $\alpha$  src 172.31.8.3/32
8 acl X_DST dstdomain .X.or.jp
9 always_direct allow X_DST
10 always_direct allow PIX_ $\alpha$ 
11 never_direct allow all
12 icp_access allow all
13 http_access allow X_SRC
14 http_access allow PIX_ $\alpha$ 
15 http_access deny all

```

間連携の実現性を示す事ができた。しかし、他サーバでのキャッシュの有無の判断には TimeOut が用いられているため、TimeOut 設定をどのように設定したら最も効率の良いサーバ間の連携行えるか、といった課題が残っている。

## 謝辞

本実験研究は、通信・放送機構の平成 11 年度地域提案型研究開発制度（研究開発名「インターネットにおける地域指向型トラフィック交換モデル」と、科学研究費補助金（課題番号 11450153）との助成を受けています。

## 参考文献

- [1] 菊池豊, 菊地時夫. 応用層によるインターネットトラフィック交換モデル. コンピュータソフトウェア, Vol. 16, No. 4, pp. 46-58, July 1999.
- [2] 菊池豊, 菊地時夫ほか. 高知応用層交換所の構築. 情報処理学会研究報告, pp. 49-54. 分散システム運用技術研究会, May 2000. ISSN0919-6072.
- [3] 西内一馬, 杉山道子, 廣瀬崇夫, 正岡元, 菊池豊. 高知地域指向疑似 IX の課題と解決法. 情報処理学会研究報告, pp. 25-30. 分散システム運用技術研究会, October 2000. ISSN0919-6072.

表 1: 組織 X 内 キャッシュサーバ A の動作

リクエスト元	コンテンツのある場所		
	組織 X 内	組織 Y, Z 内	インターネット
X のクライアント	直接 * <sup>1</sup>	$\alpha$ にリクエスト * <sup>1</sup>	$\alpha$ にリクエスト * <sup>1</sup>
サーバ $\alpha$	直接 * <sup>1</sup>	拒否	直接 * <sup>1</sup>
サーバ $\beta, \gamma$ * <sup>2</sup>	拒否 * <sup>2</sup>	拒否 * <sup>2</sup>	拒否 * <sup>2</sup>
インターネット * <sup>3</sup>	拒否 * <sup>3</sup>	拒否 * <sup>3</sup>	拒否 * <sup>3</sup>

表 2: 組織 X に対応する HAN 内キャッシュサーバ  $\alpha$  の動作

リクエスト元	コンテンツのある場所		
	組織 X 内	組織 Y, Z 内	インターネット
X のクライアント * <sup>4</sup>	拒否 * <sup>4</sup>	拒否 * <sup>4</sup>	拒否 * <sup>4</sup>
サーバ A	拒否 * <sup>5</sup>	Y なら $\beta$ にリクエスト * <sup>1</sup> Z なら $\gamma$ にリクエスト * <sup>1</sup>	$\beta, \gamma$ にリクエスト * <sup>1</sup> 無ければ A にリクエスト
サーバ $\beta, \gamma$	直接	否定応答 * <sup>1</sup>	否定応答 * <sup>1</sup>
インターネット * <sup>6</sup>	拒否 * <sup>6</sup>	拒否 * <sup>6</sup>	拒否 * <sup>6</sup>

\*<sup>1</sup> キャッシュされていればそれを用いてコンテンツを返す。

\*<sup>2</sup> PIX のルーティングの設計で止める事も可能である。

\*<sup>3</sup> 組織 X のインターネット側ファイアウォールで止めるのが普通である。

\*<sup>4</sup> クライアントの設定が正しければありえない。

\*<sup>5</sup> A の設定が正しければありえない。対設定ミス。

\*<sup>6</sup> HAN がプライベートアドレスを用いるならありえない。グローバルアドレスであっても、A のインターネット側ファイアウォールで止めるのが普通である。

[4] 正岡元, 杉山道子, 西内一馬, 廣瀬崇夫, 菊池豊, 菊地時夫. 地域指向ネットワークモデル PIX における WWW サーバ群の構成について. 情報処理学会研究報告. インターネット技術研究委員会, November 2000.

[5] 西川記史, 細川貴史, 辻洋, 森靖英, 吉田健一. WWW トラフィック分析と分散キャッシュ. 情報処理学会研究報告, pp. 7-12. 分散システム運用技術研究会, May 1997. ISSN0919-6072.

[6] 笠原義晃, 石田慶樹, 吉川善吾. 九州大学における WWW キャッシュサーバの運用と評価. 情報処理学会研究報告, pp. 49-54. 分散システム運用技術研究会, July 1997. ISSN0919-6072.

[7] 安田豊, 中山雅哉. 日蝕中継における WWW 分散サーバ群の構築とその有効性. 情報処理学会研究報告, pp. 19-24. 分散システム運用技術研究会, July 1999. ISSN0919-6072.

[8] 鍋島公章. キャッシュサーバの運用技術, dec 1999. Internet Week '99, Tutorial.

表 4: PIX Squid  $\alpha$  の設定

1	visible_hostname $\alpha$ .X.PIX.net
2	http_port 3128
3	icp_port 3130
4	cache_peer $\beta$ .Y.KPIX.net sibling 3128 3130
5	neighbor_type_domain $\beta$ .Y.KPIX.net parent .Y.or.jp
6	cache_peer $\gamma$ .Z.KPIX.net sibling 3128 3130
7	neighbor_type_domain $\gamma$ .Z.KPIX.net parent .Z.or.jp
8	cache_peer $\alpha$ .X.or.jp parent 3128 3130
9	acl all src 0.0.0.0/0
10	acl PIX_SRC src 172.31.0.0/16
11	acl X_A src 192.168.8.10/32
12	acl X_DST dstdomain .X.or.jp
13	always_direct allow X_DST
14	never_direct allow all
15	icp_access allow all
16	http_access allow PIX_SRC X_DST
17	http_access allow X_A
18	http_access deny all