

本資料について

- 本資料は下記の文献を基にして作成されたものです。文章の内容の正確さは保証できないため、正確な知識を求める方は原文を参照してください。
- 文献名 IPv4+4
- 著者 Z. Turanyi, A. Valko
- 発表 ICNP2002

- 文献名 IPNL: A NAT-Extended Internet Architecture
- 著者 Paul Francis , Ramakrishna Gummadi
- 発表 SIGCOMM 2001

IPv4+4 , IPNL

名城大学 理工学部 情報科学科 渡邊研究室
11302j056 後藤 裕司

はじめに

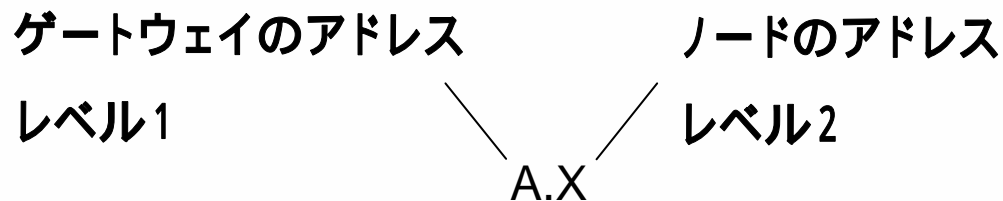
- インターネットが直面している大きな問題の一つにIPv4アドレスの枯渇
- 1994年にIETF Address Lifetime Expectations (ALE)がIPv4アドレスは2008年に枯渇
- NATが導入
- NATsはアドレス減少の速度を低下
- NATsには欠点がある
- エンドツーエンドで通信を可能にするため、セキュリティの低下、多くのアプリケーションのプロトコルを破ってネットワークを複雑化している。
- IPv4アドレスの枯渇の解決策にIPv6
- NATsの問題を解決するためにIPv4+4を開発

IPv4+4 特徴

- 2つの32ビットのIPv4アドレスを連結
- IPヘッダーをカプセル化する
- IPv4アドレスを入れ替える
- 外側のヘッダはルータに解釈できるアドレス

IPv4+4 アドレスの指定

- IPv4+4のアドレスはA.Xのように表される
- Aはゲートウェイのアドレス, Xはノード自身のアドレス
- Aはレベル1, Xはレベル2と呼ばれる
- DNSはIPv4と同様, IPv4+4アドレスを格納・読み出しに用いられる
- Aレコードはレベル1, レベル2にノードのアドレスを保存
- ドメイン名を通してアクセスできる
- DNSサーバの改良を必要としない

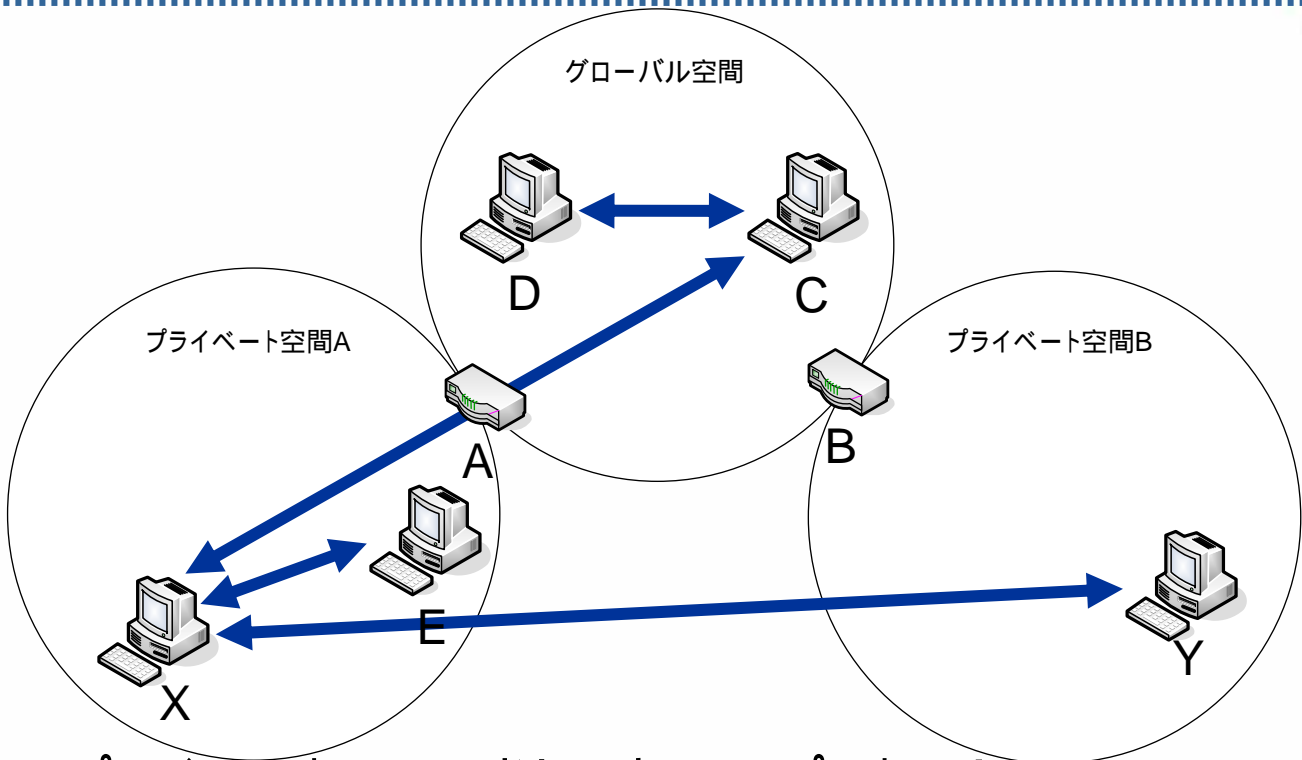


IPv4+4 ヘッダー構成

| | | | | |
|-----------------------|------|------------|-------------------|-----------------|
| Ver | Hlen | DS byte | Total Length | |
| Identification | | | Flg | Fragment offset |
| TTL | | Protocol 1 | Header Checksum 1 | |
| Source Address 1 | | | | |
| Destination Address 1 | | | | |
| Source Address 2 | | | | |
| Destination Address 2 | | | | |
| Protocol 2 | SPos | DPos | Header Checksum 2 | |

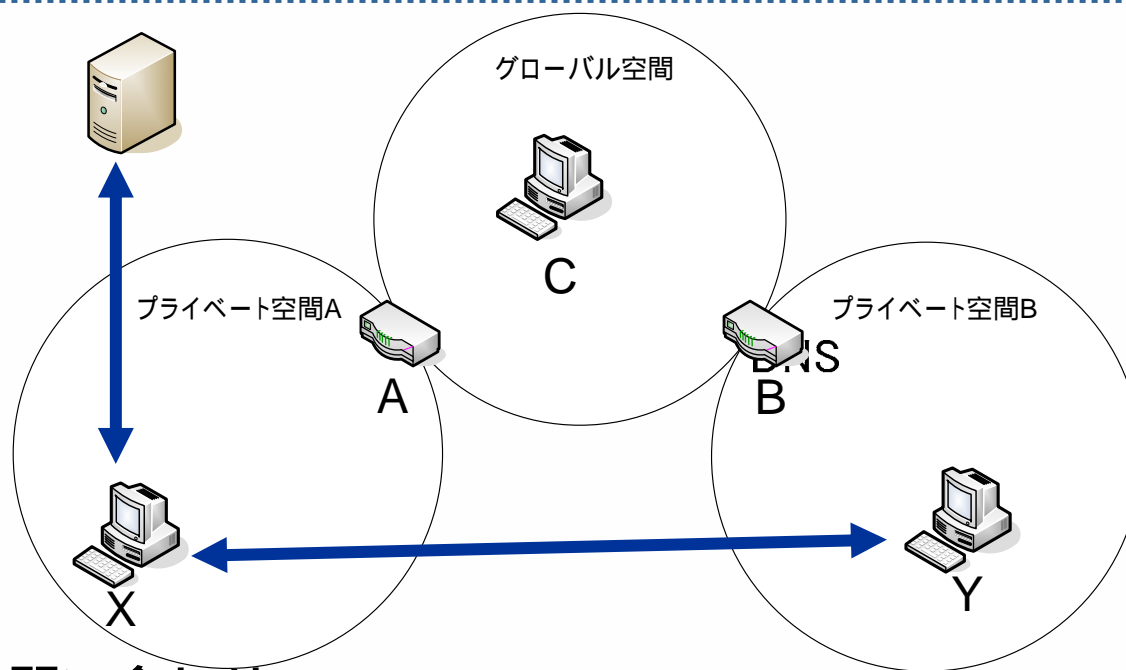
SposとDposはIPv4+4アドレスがどのように交換されるか示す
 値が0であれば交換しない、1であれば交換

IPv4+4 ルーティング1



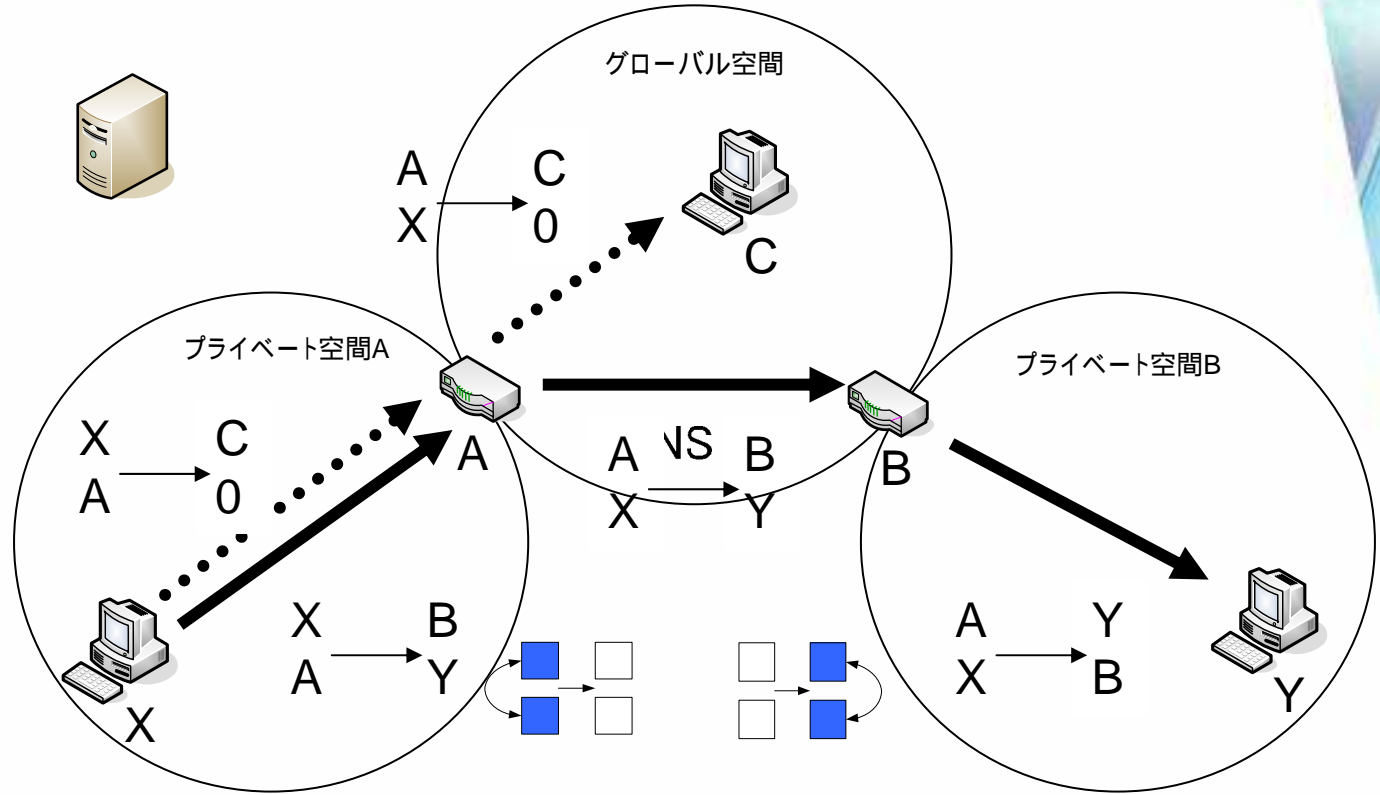
プライベートIPv4アドレスとIPV4プロトコル
グローバルIPv4アドレスとIPv4プロトコル
NATを使用
IPv4+4を使用しないと不可能

IPv4+4 ルーティング2



- DNSに問い合わせ
- レベルのいずれかにアドレス部と一致するものかどうかを調べる
- 一致すれば同じ空間内なのでIPv4を使用
- 一致しなければIPv4+4を使用
- ノードXはレベル1, 2を選択し送信元アドレスX.A宛先アドレスB.Yとする

IPv4+4 ルーティング3

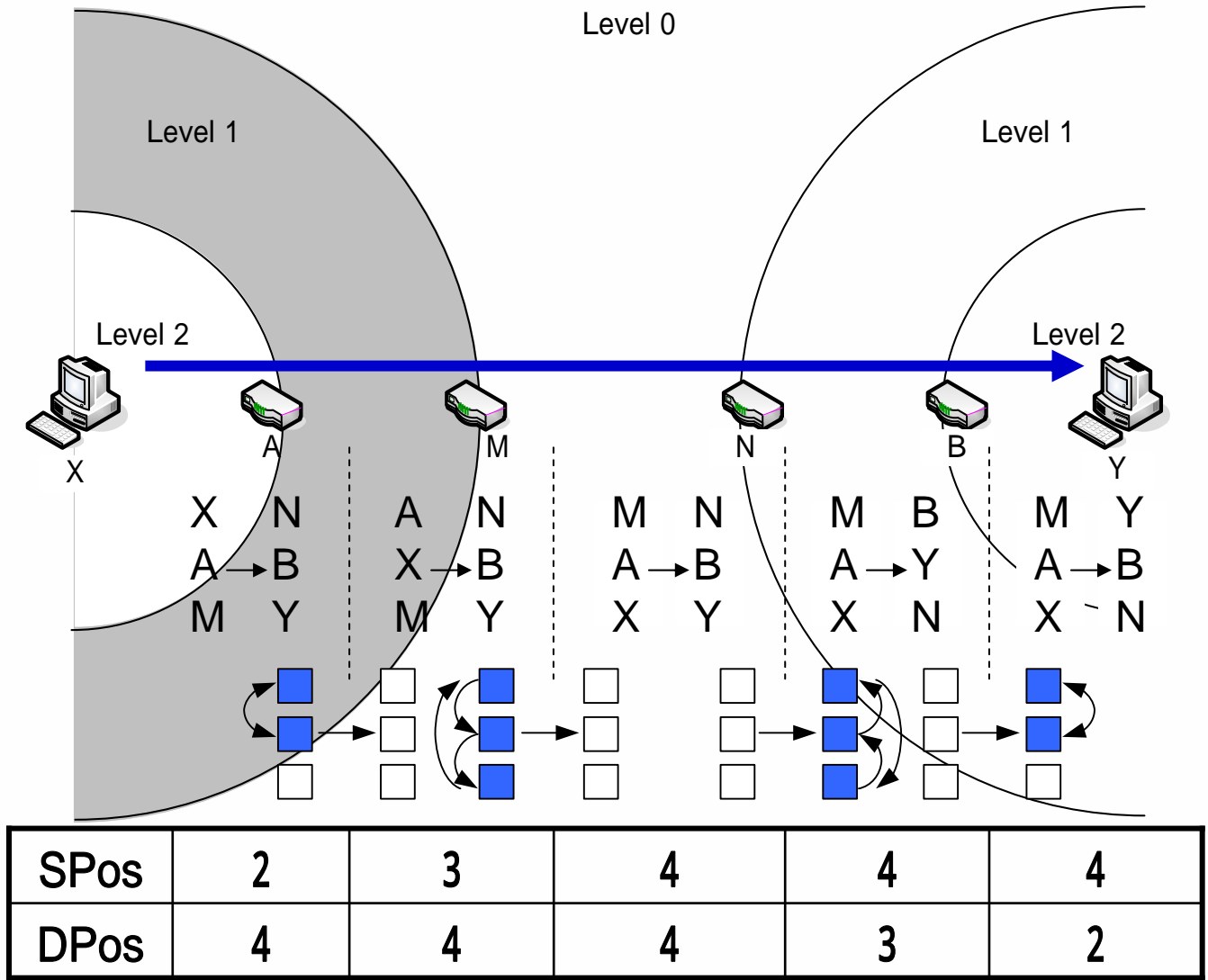


レベル1とレベル2を入れ替える

両端末がIPv4+4が可能ならばIPv4+4ヘッダーを使用することが可能

ノードCのIPv4+4アドレスはC.0

IPv4+4 アドレス空間のさらなる拡張



IPv4+4 評価

- Linux2.4.18でIPv4+4の初期バージョンを作成
- 2000行のCのコード
- メモリ256MB, CPU1GHzのPentium
- アドレス交換のオーバーヘッドは1.8マイクロ秒

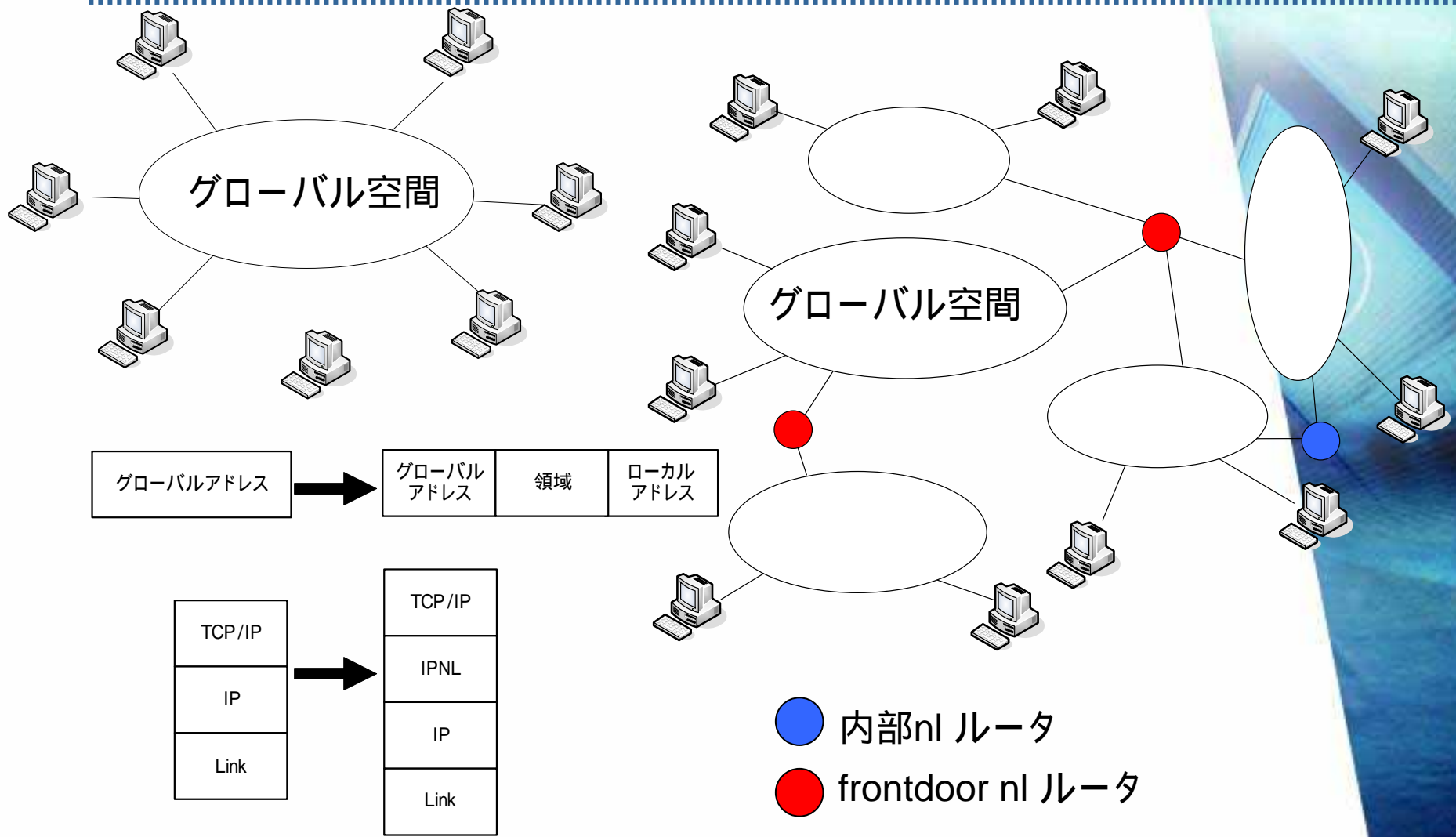
IPv4+4 まとめ

- 非常にシンプルな方法
- 異なるプライベート空間同士でも通信できる
- オーバーヘッドはそれほど大きくない
- IPv6が広まると利点がなくなる

IPNL (IP Next Layer)

- IPより上に新しい層を加える
- IPv4の機能をそのまま使うことが可能
- パケットにはエンドツーエンドのホストの識別子
- FQDN (Fully Qualified Domain Names) ホスト名 + ドメイン
- NATボックスはnl-ルータと呼ばれる
- Site内部のnl-ルータを内部ルータとも呼ぶ
- プライベート領域を中央でつなぐnl-ルータはfrontdoor nl-ルータまたはfrontdoorと呼ばれる

IPNL ネットワーク形態



IPNL アドレス

- IPNLヘッダは2種類のroutableなアドレスを運べる
- ホストが接続を始めるとき, 3つのアドレスが必要
- 自身のFQDN, EHIP,宛先のFQDN
- 最初のパケットにはFQDNが送られる
- 以降のパケットはIPNLアドレスだけを送る

IPNL Address Format

| | | |
|-------------|---------------|-------------|
| MRIP(4byte) | RN (2byte) | EHIP(4byte) |
|-------------|---------------|-------------|

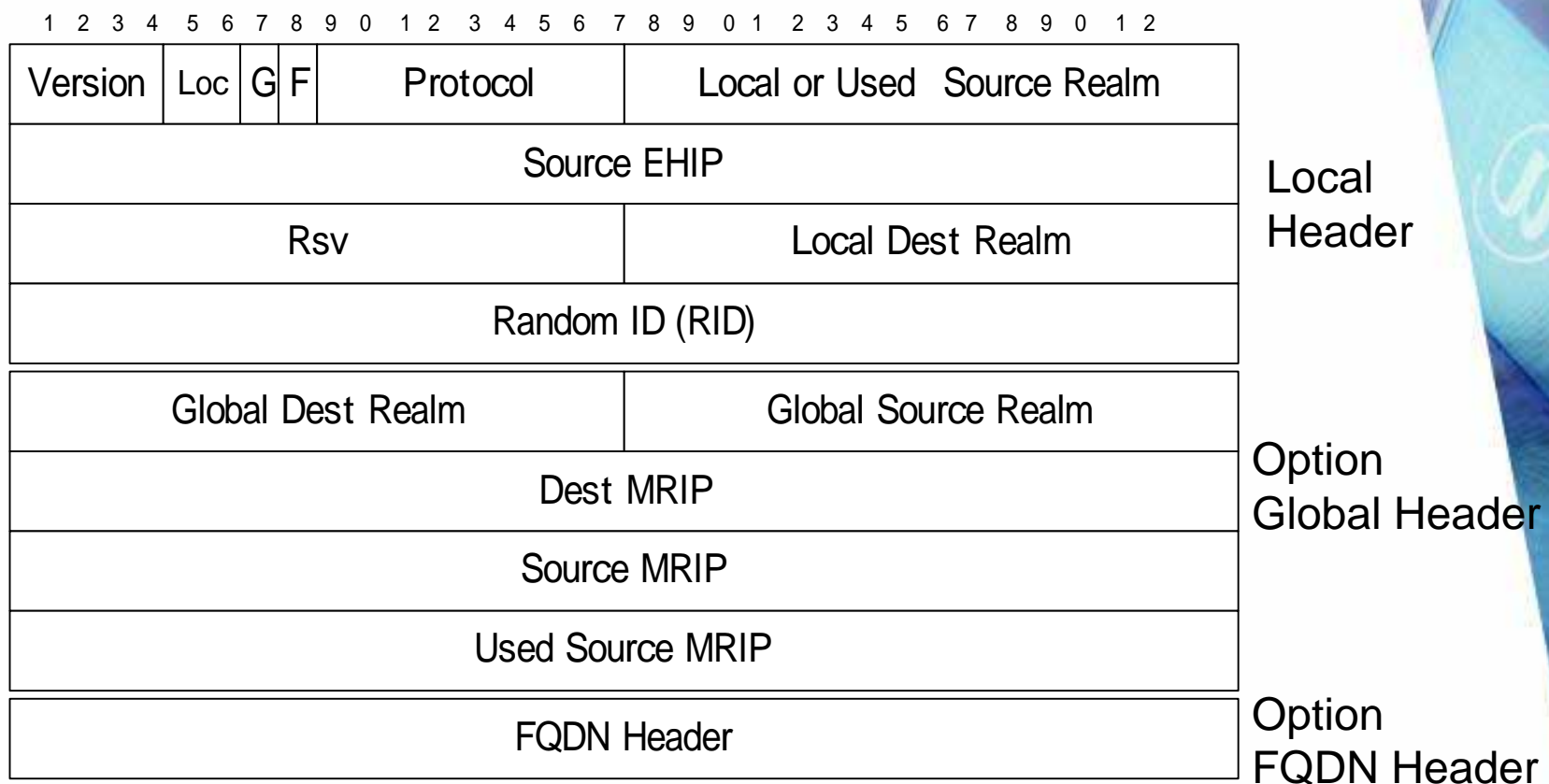
MRIP: Middle Realm IP Address

RN: Realm number

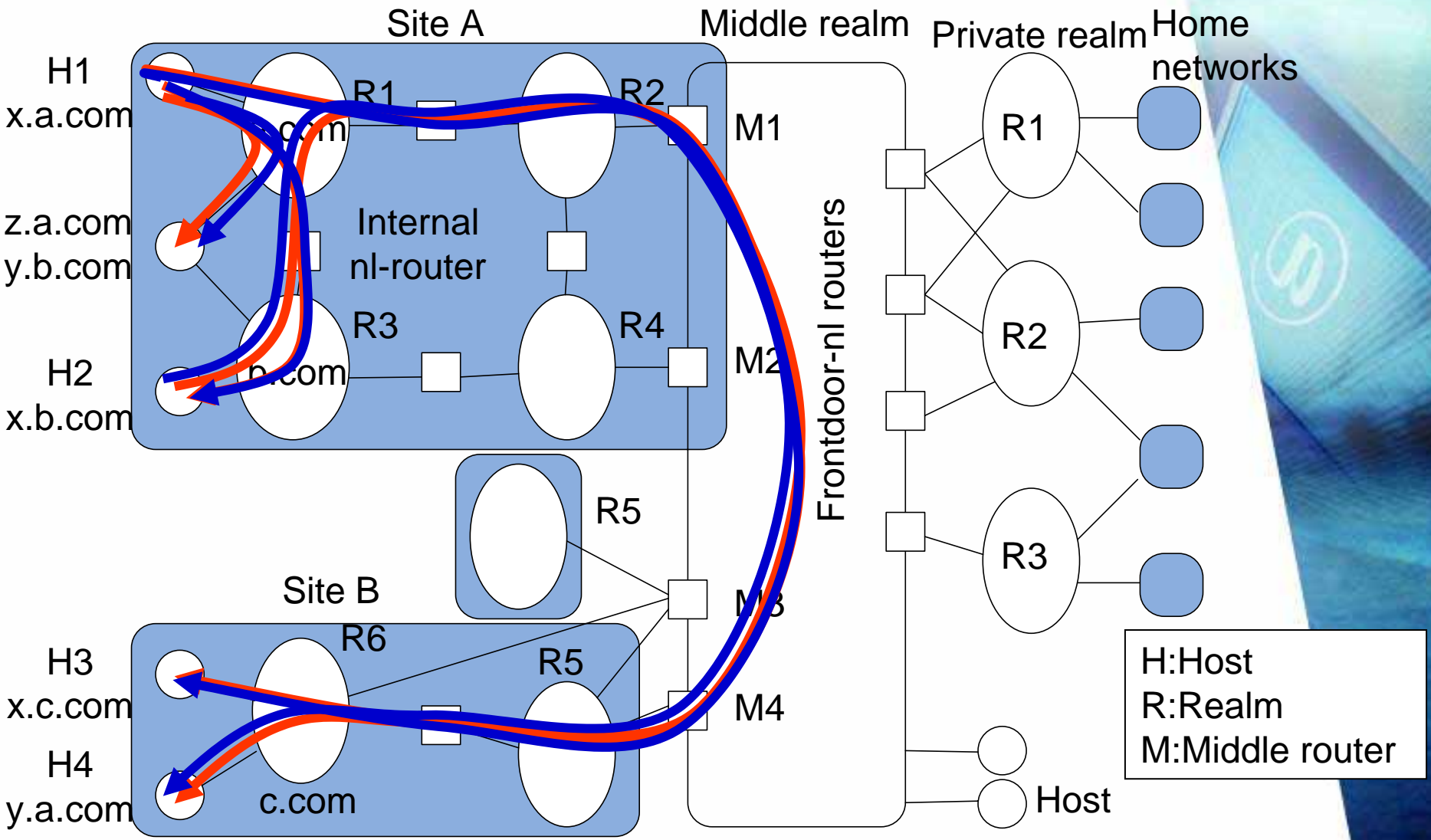
EHIP: End Host IP

IPNL フォーマット

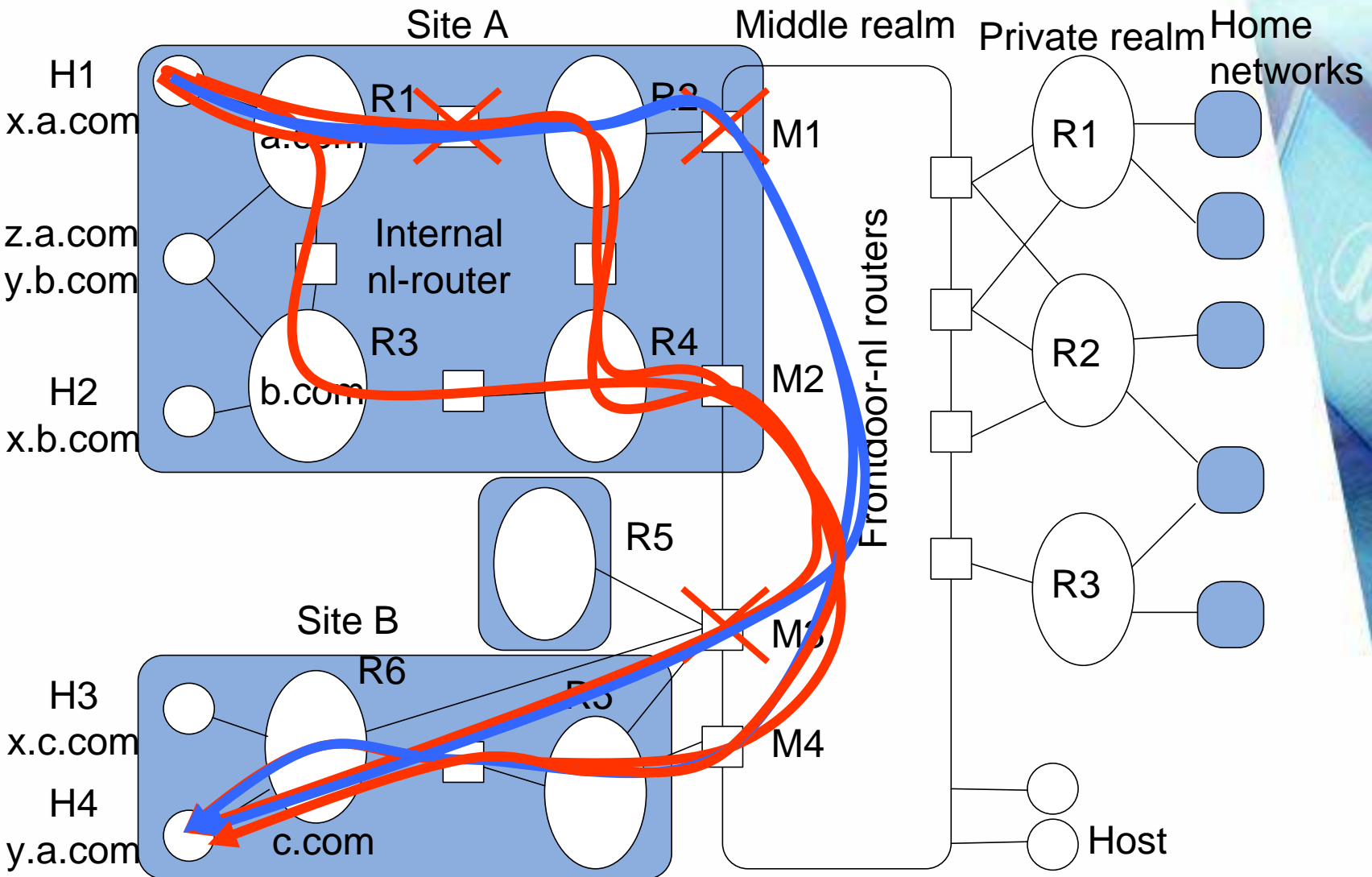
IPNL Header Format



IPNL ルーティング1



IPNL ルーティング2



IPNL ルーティング3





H1 H4

ホップ値
R1-R2

R1-R2n-ルータが故障

ホップ値
R1-R3

ホップ値: 次の転送先のルータのアドレスを示す

| | |
|---|------------------|
|  | Source MRIP |
|  | RN |
|  | Used Source MRIP |
|  | Dest MRIP |

H1 H3

故障前



ルータ M1
が故障

M2がパケット受信時



M2に変更

M4がパケット受信時



M1, M3が
同時に故障



M2に変更



M4に変更

IPNL 評価

- Linux2.2.16カーネル
- NICカードは3Com 3c905B 10/100Mbpsを使用
- IPNLによるオーバーヘッドを測るベンチマーク
- 1500バイトのパケットを99.1Mbpsのスループット

IPNL まとめ

- 異なるプライベート空間同士でも通信できる
- ホストが移動してもFQDNがサポート
- 障害が起こっても通信することが可能
- オーバーヘッドもほとんどない

終わり