

IPv6になるまで – IPv4 の苦闘

情報ネットワーク論 I / 第9回資料

1

問題

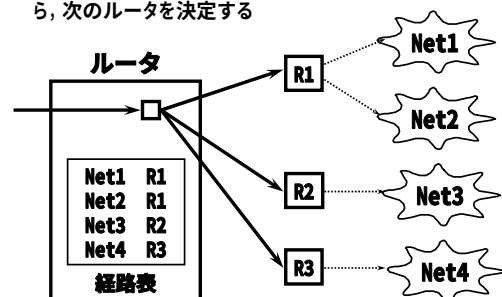
- インタネットの急激な成長
 - アドレスの枯渇, 経路情報の爆発的な増加
 - 新しい適用分野, 新しい要求
- 緊急の課題 – アドレスと経路
 - CIDR, プライベートアドレス, NAT
- 抜本的な解決
 - 新しいIPプロトコル – IPv6

情報ネットワーク論 I / 第9回資料

2

経路制御

- ルータは受信したパケットの送り先のネットワーク番号から, 次のルータを決定する



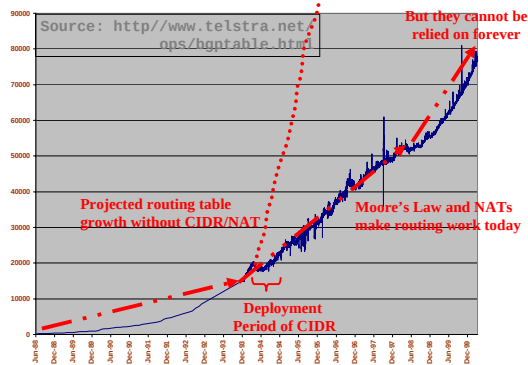
情報ネットワーク論 I / 第9回資料

3

CIDR

- Classless Inter-Domain Routing
 - RFC1519
- 枯渇を防ぎながら経路表の増加を防ぐ
- IPv4のアドレス, 経路技術を大きくかえない
- 既存の環境との共存
 - すべてをCIDRにする必要はない
- 緊急の対策
 - 長期的な解決はIPv6 (=IPv6)

Growth in BGP Route Table

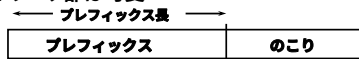


CIDRのポイント

- IPアドレスの割り当て方式
 - 階層的な割り当て
 - 地域/プロバイダごとのブロック割り当て
- 経路制御機能の変更
 - 経路情報プロトコルの変更
 - アグリゲーション機能
 - 経路表の一致アルゴリズムの変更

ネットマスクとプレフィックス

- ネットワーク部は可変



マスク

1111.....1111	0000.....0000
---------------	---------------

- プレフィックス長によるネットワーク番号表記

例) 133.201.2/24

プレフィックス長
ネットワーク番号

Netmask と prefix

163	221	74	127
0xA3	0xDD	0x4A	0x7F

ネットワーク部は24ビット

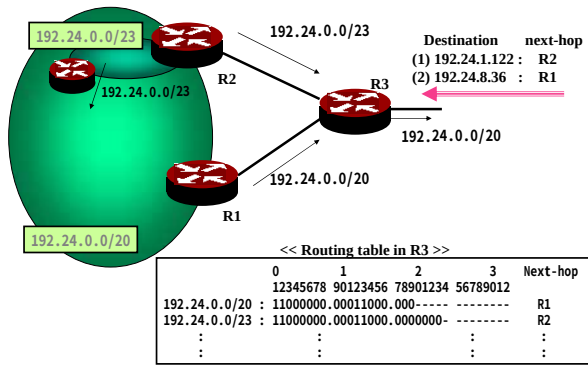
163.221.74.127/24

- Netmask: mask for indicating "network" part
 - /24
- Prefix: identification assigned to each single network
 - 163.221.74 / 24

可変長サブネット

- VLSM (Variable Length Subnet Mask)
- スーパーネット (Super-Netting)
- 経路情報
 - <ネットワーク番号, プレフィックス長, 転送ノード>
 - 最長一致 (Best-Match)

Supernettingの例



経路表検索アルゴリズムの変更

- Non-CIDR
 - Class-Full Routing Entry
 - → Exact Matching
 - 3パターン; 8 bits, 16 bits, 24 bits
- CIDR
 - Class-Less Routing Entry
 - Super-Netting
 - → Best Matching
 - 任意の長さのNet-Maskが存在する...

その他のアドレス倏約策

- DHCP ; Dynamic Host Configuration Protocol
- NAT ; Network Address Translation
- プライベートIPアドレス

プライベートネットワーク用アドレス

- 組織のホストを次の3つのカテゴリに分類
 - 他組織にアクセスする必要のないホスト
 - 外部にメールやTELNETなど限られたサービスのみ必要
 - IPにより外部とネットワーク層での通信が必要なホスト
- 外部にIPレベルでアクセスする必要のないホスト用
 - 業務システム
 - ファイアウォールの内側のホスト

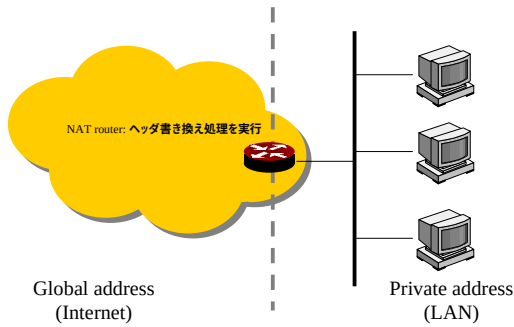
プライベートネットワーク用アドレス

- IANAにより予約
 - 他の組織には割り当てられない
- 10.0.0.0 - 10.255.255.255
- 172.16.0.0 - 172.31.255.255
- 192.168.0.0 - 192.168.255.255

NAT (Network Address Translation)

- 受信パケットのIPアドレス(src_IP)およびポート番号の(src_port)変換テーブルを持ちIPヘッダの変換
 - (RFC1631)
- 1. Private → Global
 - DNS : NATルータのIPアドレスが解決される。
 - 受信パケット(dst_IP)
 - 送信パケットの(src_IP, src_port)の書換え
- 2. Global → Private
 - 受信パケット(src_IP, src_port)
 - 送信パケットの(dst_IP)の書換え

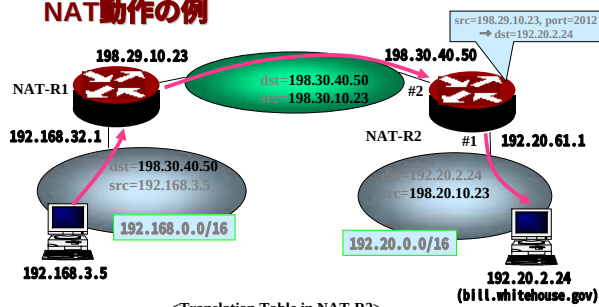
NAT gateway



情報ネットワーク論 1 / 第4回資料

16

NAT動作の例



<Translation Table in NAT-R2>

input				output			
source	port	destination	port	source	port	destination	port
198.29.10.23	2012	198.30.40.50	n/a	190.29.10.23	n/a	192.20.2.24	n/a
192.20.2.24	n/a	198.29.10.23	n/a	198.30.40.50	2122	198.29.10.23	n/a

(*) DNS Address resolution : bill.whitehouse.gov → 192.20.2.24

まとめ - IPv4技術による対応方法 -

- CIDR
 - IPv6でも継承される使える技術
 - ・ 効率的な経路表検索技術の必要性
- Private IP アドレス
 - IPv6でも継承される技術
 - NATとは別の技術と考えるべき
- DHCP
 - 動的なIPアドレスの割り当て
- NAT
 - IPv4との相互接続が必要
 - Native IPv6では排除すべき 技術

情報ネットワーク論 1 / 第4回資料

18

IPv6の決定

IPngの必要性

- 急速に広がりすぎたインターネット
 - アドレス不足
 - つぎはぎだらけの構成
 - 経路数の増加
- 新たな要求
 - セキュリティ
 - モビリティ
 - プラグ&プレイ
 - ブロードキャスト

IPngの目標

- 規模性の問題解決
 - すべての「もの」がつながるインターネットへ
 - やりなおしのインターネット
- 市場からの新しい要求への対応
 - 音声通信
 - 動画通信
 - 様々なインフラへ
- 移行可能性

IPngの決定

- IP Next Generation
- IPv4 に続く次世代の IP として
 - 1991年から考案が開始
 - 1994年7月に決定
- IPng を IPv6 と決定

検討の場

- IETF
 - Internet Engineering Task Force
 - 検討結果は IAB(Internet Architecture Board) / IESG(Internet Engineering Steering Group) へ提出
 - オープンな議論
 - メーリングリスト
 - RFC, Internet-draft

IPng選定の技術 (RFC1726)

- 5つの基本原則
 - 構造的に簡単であること
 - 一つのプロトコルであること
 - 長期にわたって適用できること
 - 広く利用されること
 - 統制されない協調分散指向

IPng選定の技術 (RFC1726)

- スケール
 - 1012以上のエンドシステム
 - 109以上の個別ネットワーク
- トポロジの柔軟性
 - 特定のネットワークトポロジを仮定しない
- 頑強なサービス
 - ネットワークサービス, 経路・ネットワーク制御
- 移行計画
 - IPv4からの簡単な移行計画があること
- メディア(リンク)に独立

IPng選定の技術 (RFC1726)

- コンフィグレーション
 - 自動コンフィグレーション
- 仕様の公開
 - RFCの標準化トラック
- その他の機能
 - セキュリティ
 - 移動ホスト, ネットワーク
 - マルチキャスト

IPng 選定の歴史とこれまで

- 1991年 草案をIABが発表
- 1992年 IPng分科会による議論が開始
 - TUBA(TCP and UDP over Bigger Address)
 - CATNIP(Common Architecture for the Internet)
 - SIPP(Simple Internet Protocol Plus)
- 1994年 SIPP をベースとすることを決定
- 1995年 IPv6仕様決定
 - RFC 1883: IPv6 Specification (1995/12)
- 1998年 IPv6仕様改定
 - RFC 2460: IPv6 Specification (1998/12)
- 2003年 サイトローカルアドレスの廃止
 - RFC 3513: IPv6 Address Architecture (2003/4)
- 2004年 現在に至る

近年のIPv6を取り巻く状況

- 日本はIPv6先進国
 - － 政策的理由
 - ・ 膨大なIPv4アドレスをプールするアメリカ、アドレスが枯渇するアジア
 - ・ e-japan構想での重点政策～「超高速ネットワークインフラ整備及び競争政策」
 - － 2000年9月 森首相の所信表明演説
 - － 2002年度 IPv6支援税制
 - － 技術的理由
 - ・ 家電など日本の得意分野でのネットワーク対応への期待
 - ・ 様々な家電機器のIPv6対応が進む
 - － これらの結果として
 - ・ 日本のIPv6アドレス割り当て組織は62組織(2004/5)
 - － 以前は世界一の数
 - － ところが2003年11月 米国国防総省がIPv6への以降を宣言し、現在ではアメリカが95組織で世界一
 - ・ e-japanからu-japanへ
 - － コヒキタネット社会の実現に向けた政策懇談会
 - － IPv6環境の構築から、どのようにIPv6環境を使っていくか

IPv6への対応

- IPv6対応製品
 - － Operating System (OS)の対応状況
 - ・ Windows 9x, NT, 2000, XP などのwindows family
 - ・ FreeBSD, NetBSD, OpenBSD, Linux などのPC-UNIX
 - ・ T-Engine(TRON)上でのIPv6対応通信スタック
 - － 家電機器の対応状況
 - ・ 各種ブロードバンドルータ (ヤマハ, NEC ...)
 - ・ IPv6対応Cocoon (SONY)
 - ・ 冷蔵庫 (東芝)
- 通信事業者の対応状況
 - － 多すぎて書けない
 - ・ NSPIXP-6の接続パートナーだけでも51パートナー
 - － <http://www.wide.ad.jp/nspixp6/peering-status.html>
 - ・ 2001年度は公開実験を含めても12プロバイダだった

各種IPv6

- 各種IPv6情報
 - － 総務省による情報通信白書
 - ・ <http://www.johotsusintokei.soumu.go.jp/whitepaper/ja/cover/index.htm>
 - － IPv6普及・高度化推進協議会
 - ・ <http://www.v6pc.jp/jp/index.html>
 - － IPv6アドレス割り当て状況
 - ・ <http://www.ripe.net/cgi-bin/ipv6allocs>
 - － IPv6 アプリコンテスト2004
 - ・ IPv6の普及促進のために開催
 - ・ <http://www.v6pc.jp/apc/jp/>



情報ネットワーク論 1 / 第9回資料

31
