IPv4 クライアントと IPv6 サーバの通信方法に関する検討

成瀬　哲 †*，黒宮　魁人 †，鈴木　秀和 †，内藤　克浩 ‡，渡邊　晃 † († 名城大学，‡ 愛知工業大学)

Researches on Communication Method between IPv4 Client and IPv6 Server

Tetsu Naruse†, Kaito Kuromiya†, Hidekazu Suzuki†, Katsuhiro Naito‡, Akira Watanabe†
(†Meijo University, ‡Aichi Institute of Technology)

1　はじめに

スマートフォンなどの携帯端末の普及や IoT デバイスの登場により，ネットワーク接続への需要が劇的に増加している．IPv4 グローバルアドレスが枯渇するなか，IPv6 への移行技術が求められている．アドレス枯渇の短期的な解決策としてプライベートアドレスが導入され，インターネットは延命したものの，IPv6 技術への移行は避けられない状況となっている．いずれ IPv6 アドレスのみを持つサーバがインターネット上でサービスを提供することが予想される．

一方で，クライアントが存在するネットワークが IPv6 アドレスに対応するには時間がかかる可能性がある．そのため，IPv4 クライアントから IPv6 アサーバへのアクセスを可能にする技術が必要となってくる．そこで，本稿では NTMobile を用いてこれを実現するための方法を検討した．

2　既存技術とその課題

IPv4 クライアントと IPv6 サーバの間で相互通信を実現するための既存技術として，Teredo（RFC4380）がある．

Teredo は IPv6 データを IPv4UDP（User Datagram Protocol）データ内にカプセル化することにより IPv6 接続を提供するトンネリングプロトコルである．デュアルスタックネットワーク上に Teredo Srever と Teredo Relay が設置する必要がある．

IPv4 クライアント（以下クライアント）が Teredo Srever と通信を行い，Teredo の使用許可を既に得ているとする．IPv6 サーバ（以下サーバ）と通信を開始する際，クライアントは ICMPv6 Echo Request を UDP でカプセル化し，設定済み Teredo Server に送信する．Teredo server はこれを非カプセル化することにより，サーバに送信する．サーバは ICMPv6 Echo Reply を Teredo Relay 経由でクライアントに返信する．クライアントは Teredo Relay に向けてホールパンチングを行い IPv6 over IPv4 トンネルを構築した後これを受け取り，通信が開始される．

Teredo は NAT 配下にあるクライアントでも使用することができるが，NAT の種類によっては使用することができないという課題がある．

3　NTMobile を利用した通信方法

NTMobile（Network Traversal with Mobility）は，システムで一意となる仮想 IP アドレスを各エンド端末に割り当て，すべての通信を実 IP アドレスでカプセル化する技術である．仮想 IP アドレスは Direction Coordinator（DC）より割り振られる NTMobile 専用の IP アドレスである．各エンド端末のアプリケーションは仮想 IP アドレスのみを意識すればよく，NAT の種類に関わらず通信が可能になる．各エンド端末には NTMobile 専用のアプリケーションを導入する必要があるが，一方が NTMobile を実装していない一般サーバの場合，NTM 端末と Relay Server type NAT（RS-N）[1] との間に UDP トンネルを構築することにより通信が可能である．RS-N とは，仮想アドレスを実アドレスに変換し，一般端末との通信を可能にする装置である．

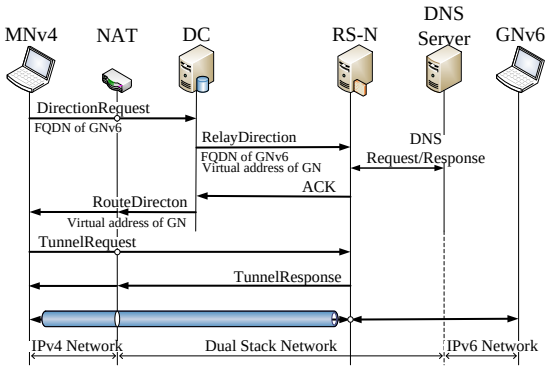


Fig. 1　Signaling for IPv6 genelal node by IPv4 NTM node.

Fig. 1 に IPv4 クライアント（MNv4）と IPv6 サーバ（GNv6）の通信シーケンスを示す．MNv4 は NTMobile を実装しており，MNv4 は仮想 IPv6 アドレス（V6mn）を既に取得しているものとする．通信開始時，MNv4 は DC に対し経路指示要求（Direction Request）を送信する．FQDN の内容より，通信相手が一般サーバであることが分かるので，DC は中継指示（Relay Direction）を RS-N に送信し，MNv4 と GNv6 の通信を中継するように指示する．また，GNv6 に対応する仮想アドレス（V6gn）を生成し，RS-N に通知する．RS-N は DNS サーバと通信を行い，GNv6 の実 IPv6 アドレス（R6gn）を取得する．RS-N と GNv6 は実 IPv6 アドレスで通信するため，RS-N は仮想アドレスと実アドレスを変換するアドレス変換テーブルを生成する．DC は経路指示（Route Direction）により，MNv4 に RS-N とのトンネル構築の指示を行うと同時に，GNv6 に対応する仮想アドレスが V6gn であることを通知する．MNv4 と RS-N は Tunnel Request/Response を交換することにより，トンネル経路を構築する．以降の通信パケットは，RS-N がアドレス変換テーブルに従って仮想アドレスと実アドレスを変換し，GNv6 との通信を行うことができる．

4　まとめ

NTMobile を用いて IPv4 クライアントと IPv6 サーバの間で相互通信を行うための方式を検討した．今後は実装を進めていく予定である．

文　献

[1] 土井．他：情報処理学会研究報告, 2013-MBL-67(10)，pp.1-8，Sep.2013.

IPv4クライアントとIPv6サーバの通信方法に関する検討

成瀬 哲†,黒宮 魁人†,鈴木 秀和†,内藤 克浩‡,渡邊 晃†
†名城大学　理工学部
‡愛知工業大学　情報科学部

Watanabe Lab.

研究背景

- IPv4グローバルアドレスの枯渇問題
  - 短期解決策　プライベートアドレスの導入
  - 長期的解決策　IPv6の導入
    - IPv4/IPv6アドレスに互換性はないため移行が進んでいない

- 短期解決策だけでは間に合わない

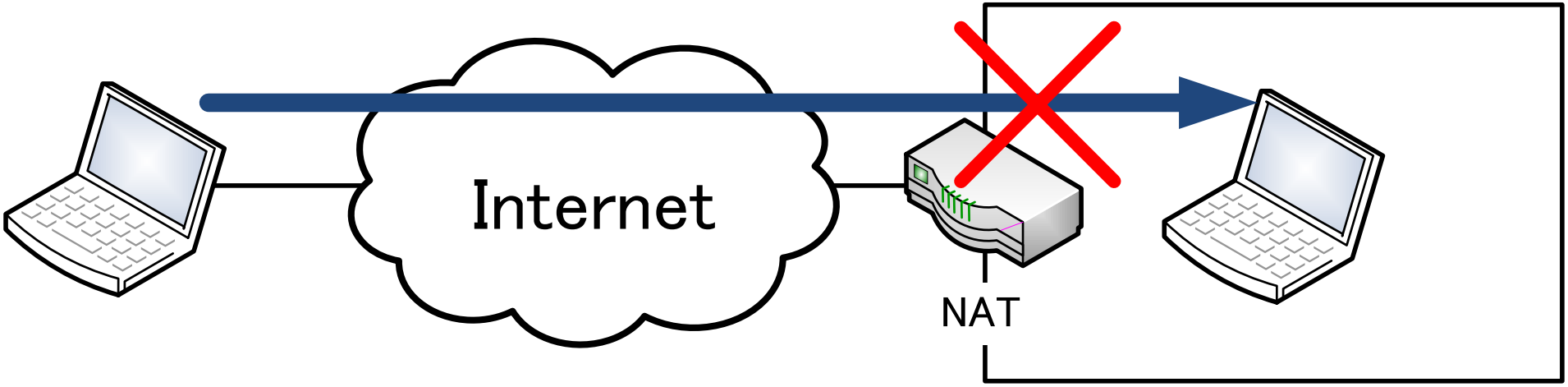
今後IPv6アドレスを使用せざるをえない

研究背景

- 企業などのネットワークは，IPv4を継続する
  - 移行するためにかかる費用
  - 移行に対するメリットが薄い
- インターネット上のサーバはIPv6のみのものが出現する可能性が高い
- プライベートIPv4クライアントからIPv6サーバへのアクセスを可能にする技術が必要

NAT越え問題

- グローバル空間からプライベート空間への通信を開始することができない

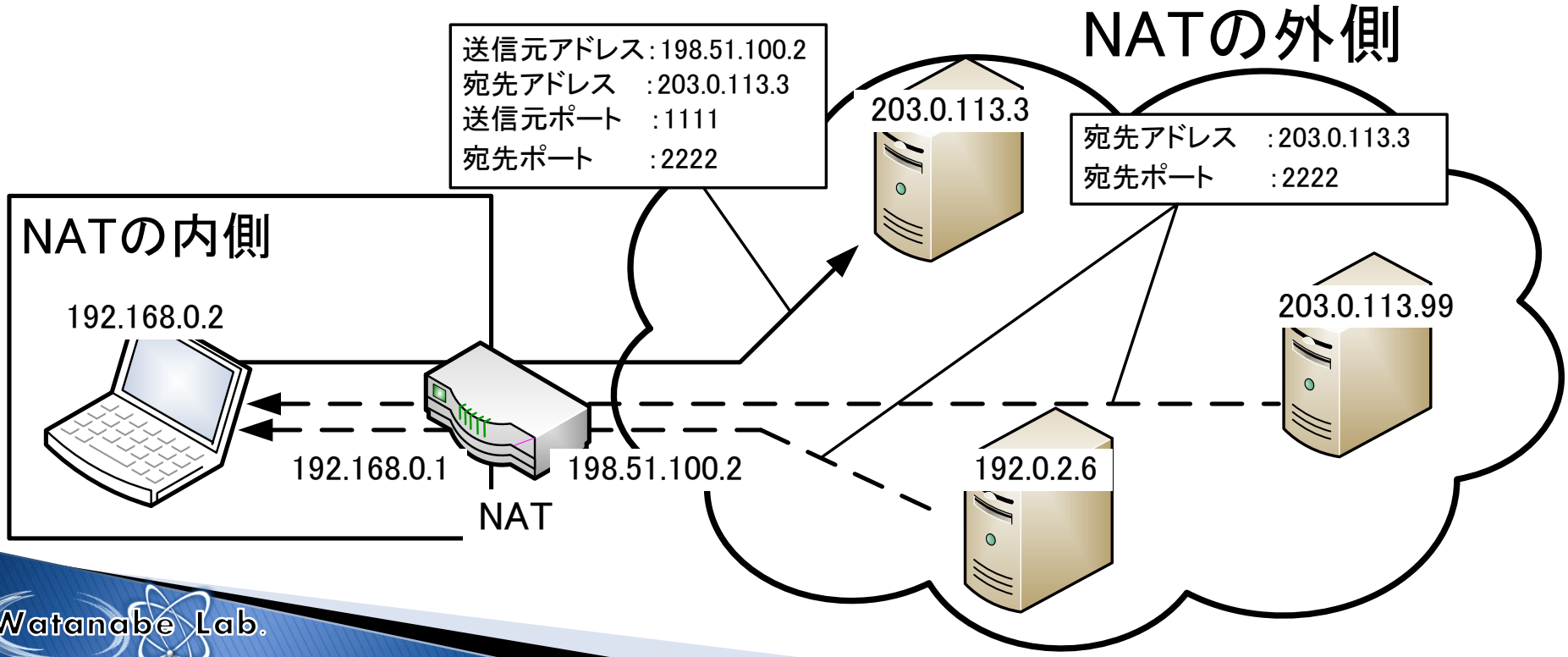


既存技術:Teredo

- IPv6データをIPv4UDP(UserDatagramProtocol)データ内にカプセル化することにより IPv6 接続を提供する
- Microsoft主導で標準化されたことから, Windowsの各種バージョンに標準で搭載されている

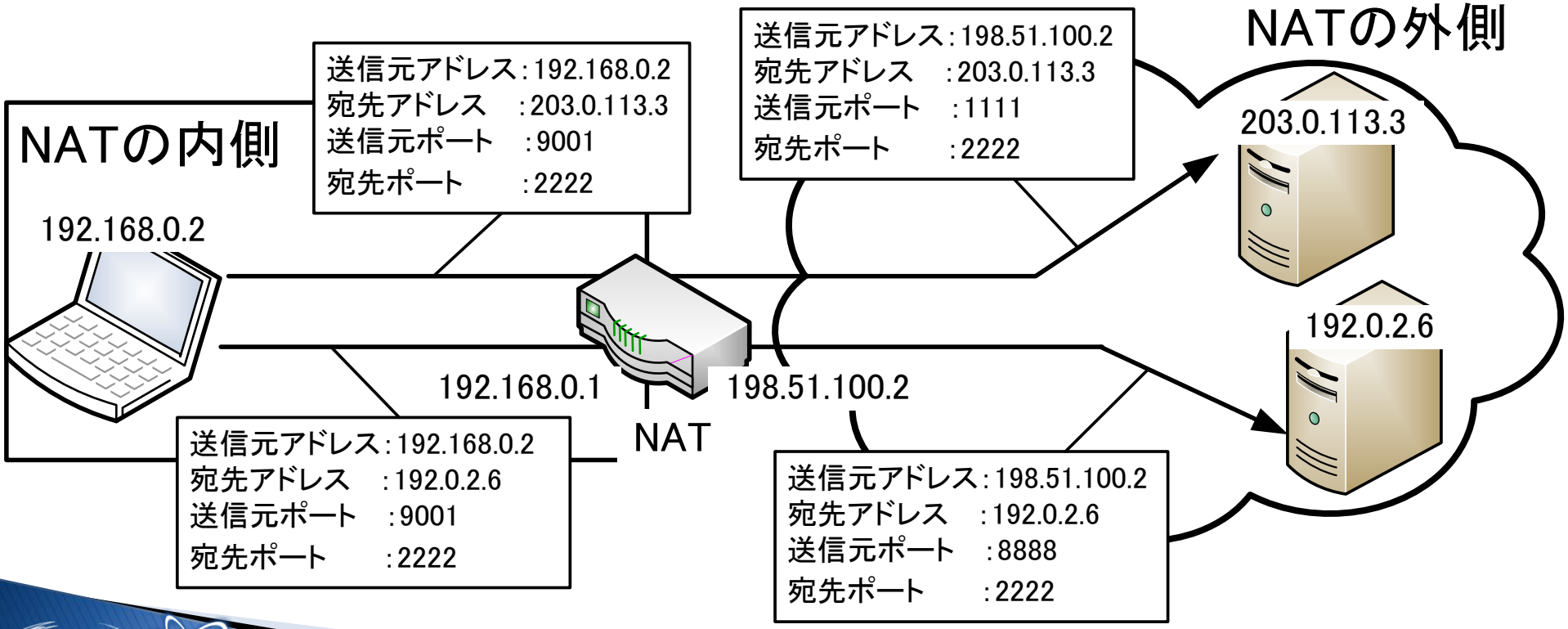
NATの種類

- Cone型
  - 特定のIPアドレスとポート番号を特定の外部IPアドレスとポート番号にマッピング
  - 外部の特定のアドレスとポート宛の通信が、送信元IP アドレスに依存せず、内部の単一のIP アドレスに転送される

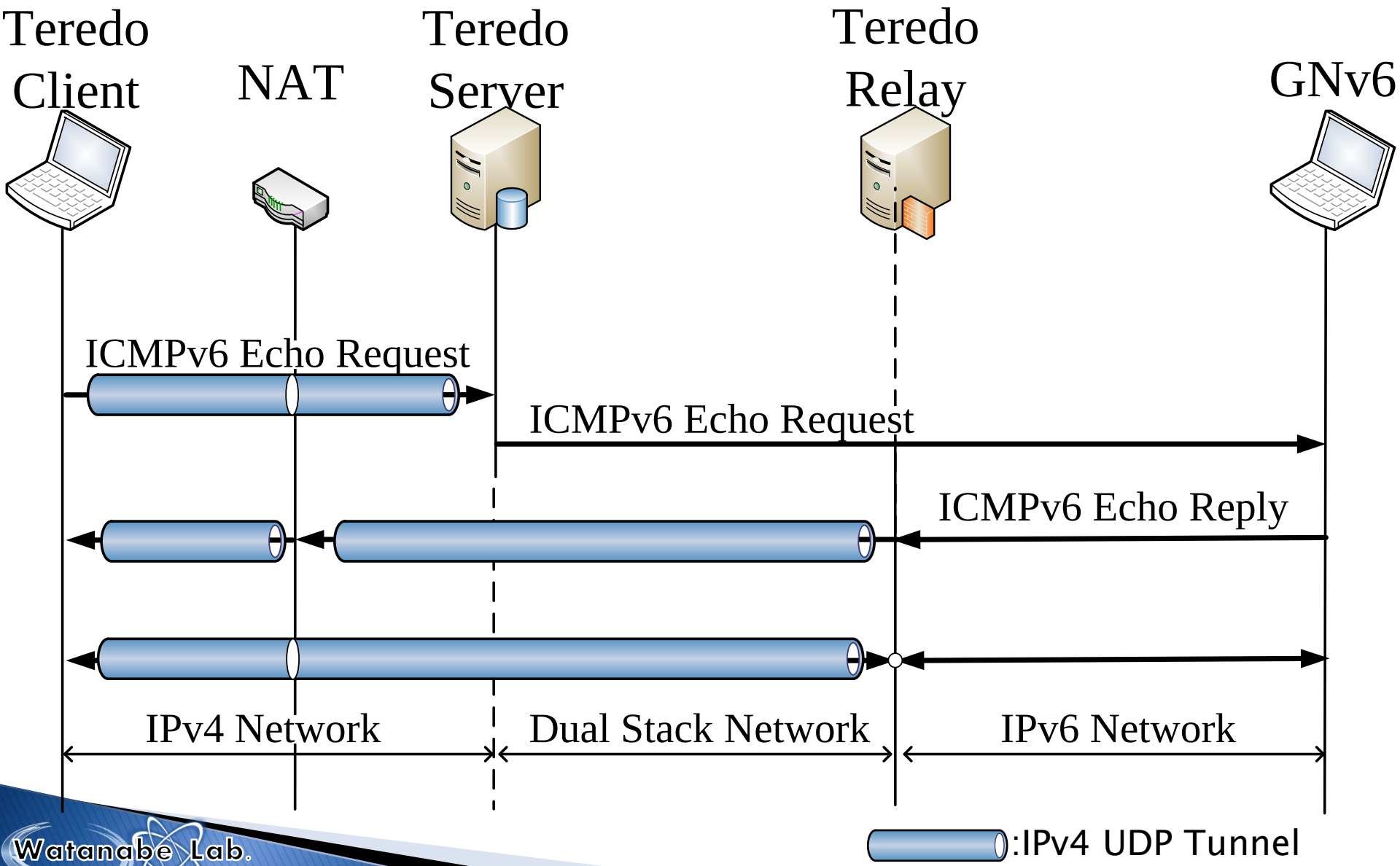


NATの種類

- Symmetric型
  - 送信元が利用する内部IPアドレスとポート番号の組が同じであっても、別IPアドレスに対するセッションに対しては別の外部ポート番号が割り当てられる



Teredo動作図(Cone NAT)



Teredo

- 欠点
  - Symmetric NAT配下では使用することができない

提案方式

- NTMobileを利用した方式
  - NATの種類によらず通信可能

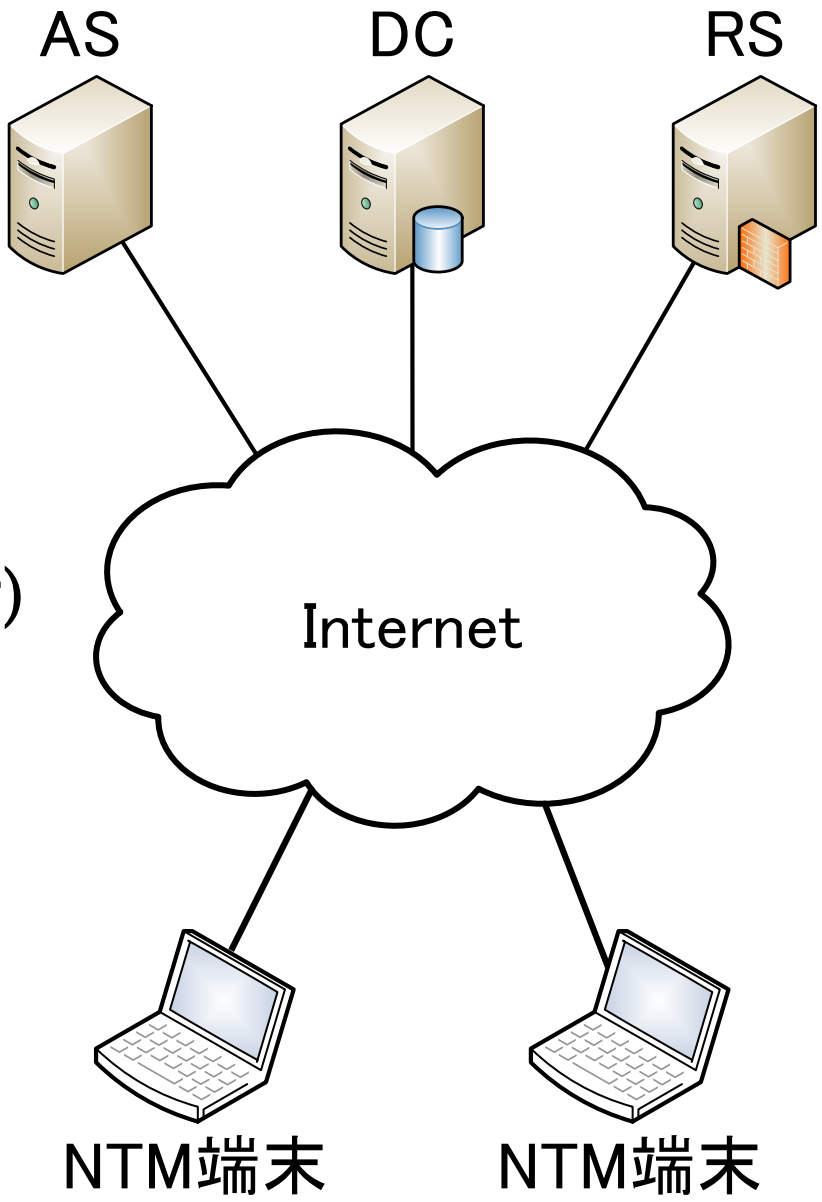
- NTMobileとは
  - NAT越え問題の解決とIPv4/IPv6間通信を実現する技術

  - NAT越え問題の解決
    - 経路指示装置(DC)の導入

  - IPv4/IPv6間通信の実現
    - アドレス形態の違いを吸収する中継装置(RS)の導入

NTMobileの構成

- NTM端末
  - NTMobileを実装した端末
- AS（Account Server）
  - NTM端末のアカウント情報の管理
- DC(Direction Coordinator)
  - NTM端末の仮想IPアドレスの管理
- RS(Relay Server)
  - 一般端末との通信を可能にする

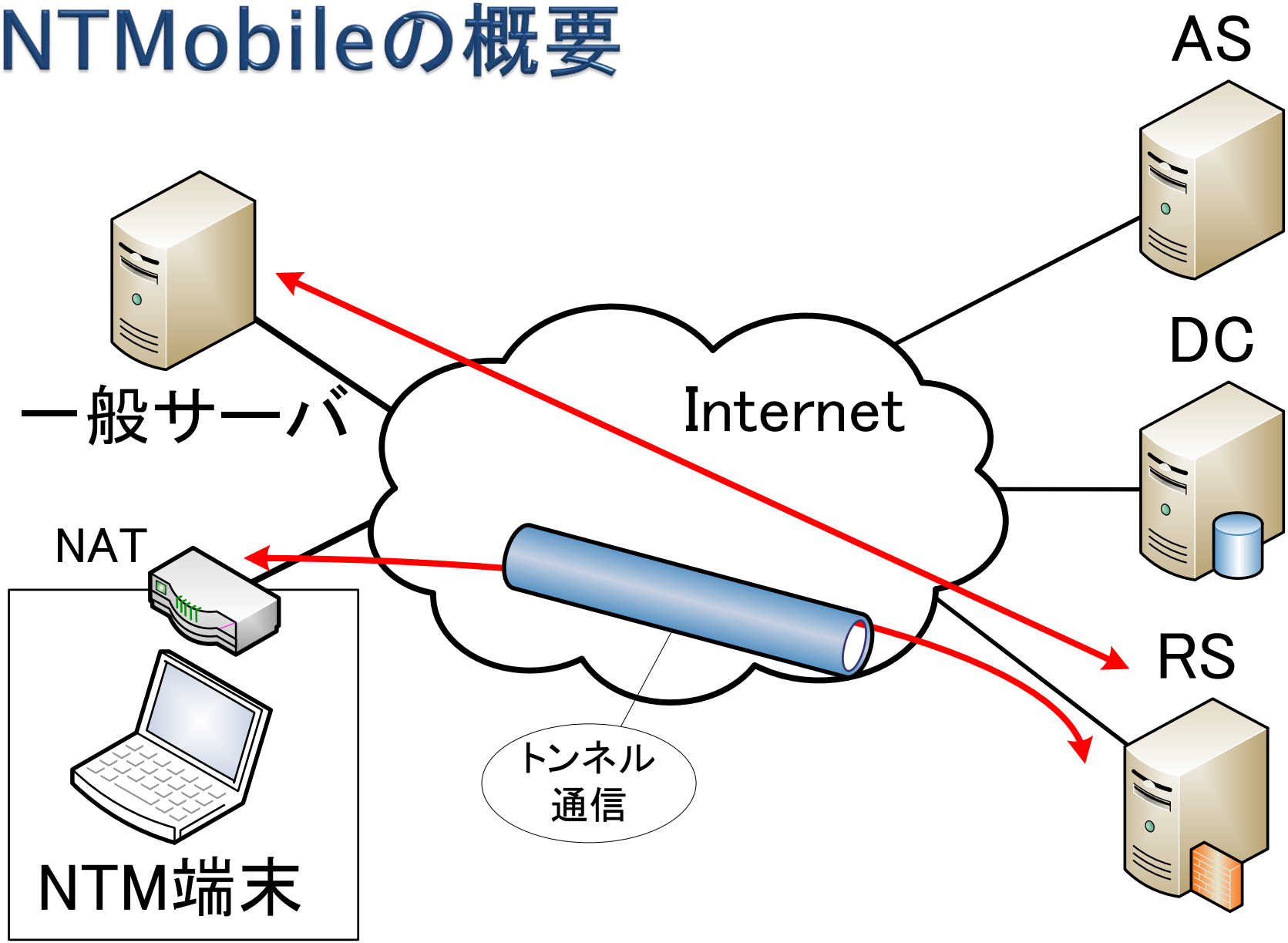


NTMobileのパケットフォーマット

- NTMobile 専用の IP アドレス
- 各エンド端末のアプリケーションは仮想 IP アドレスのみを意識すればよい

<table>
<tr><td rowspan="2">実IP
アドレス</td><td colspan="2">カプセル化されたデータ</td></tr>
<tr><td>仮想IP
アドレス</td><td>オリジナルデータ</td></tr>
</table>

NTMobileの概要



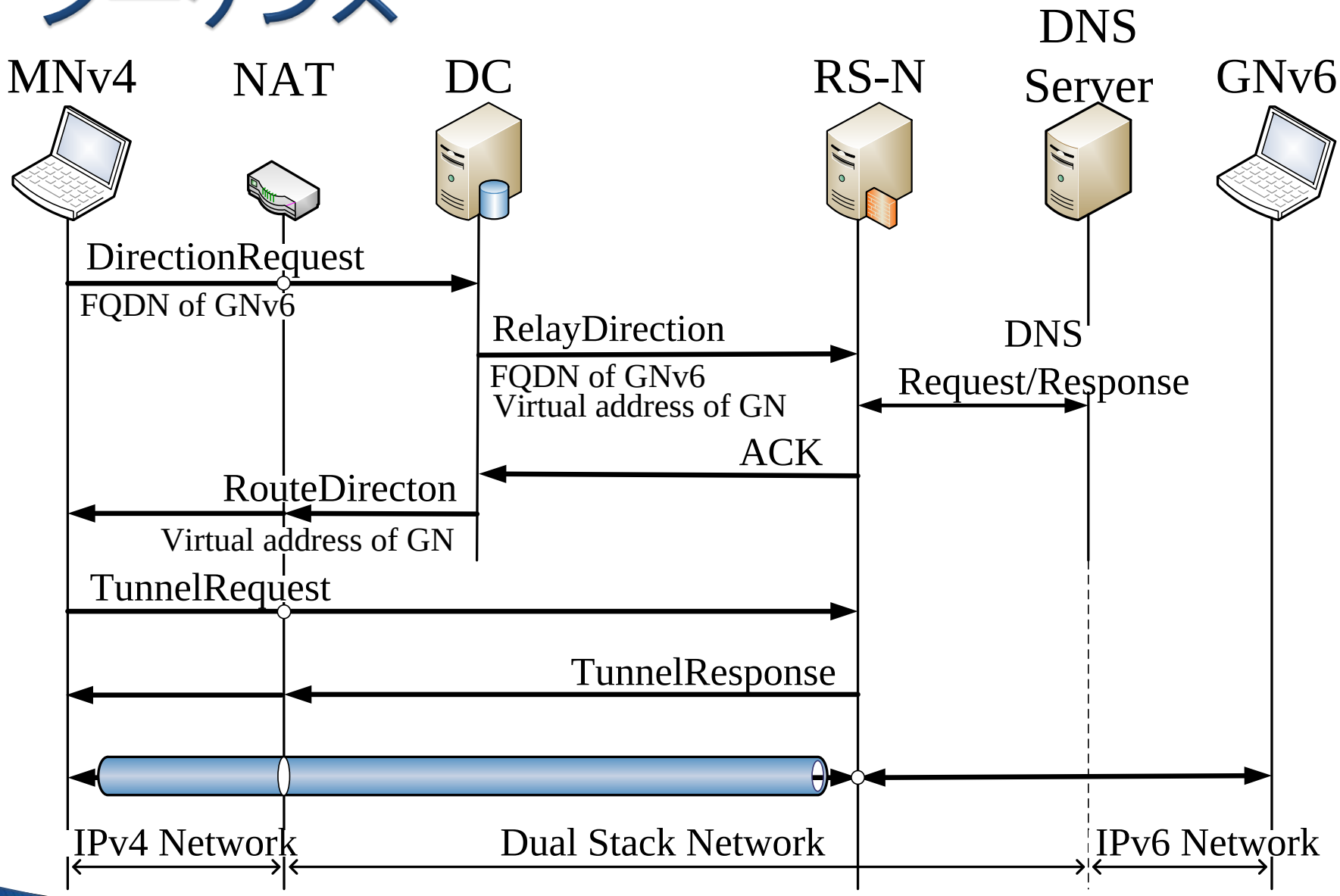
RSの概要

- RS（Relay Server）
  - 特定の条件下においてパケットを中継するサーバ
  - アドレス変換型（RS-N：Relay Server type NAT）を使用

- 利用用途
  - NTM端末がインターネット上のIPv4サーバや，IPv4一般端末と通信を行う場合
  - NTM端末が移動を行う場合

- 今回は，一般端末がIPv6である場合を想定する

シーケンス


MNv4
NAT
DC
RS-N
DNS Server
GNv6
DirectionRequest
FQDN of GNv6
RelayDirection
FQDN of GNv6
Virtual address of GN
DNS
Request/Response
ACK
RouteDirecton
Virtual address of GN
TunnelRequest
TunnelResponse
IPv4 Network
Dual Stack Network
IPv6 Network

提案方式

- 以上のシーケンスにより，プライベートIPv4クライアントからIPv6サーバへのアクセスが可能になる
- 今後は，実装に向けて調査を進めていく

まとめ

- IPv4 クライアントと IPv6 サーバの間の相互通信を検討
  - NTMobileを用いることにより実現
- 既存技術
  - Teredo
- 今後の方針
  - IPv6対応のRS-Nの実装