

NTMobileの仮想IPアドレスをIPv6に統合するための検討

090430061 永井 秀宗
渡邊研究室

1. はじめに

無線インターネット環境の普及により、端末の移動通信に対する需要が高まっている。通信中に端末がネットワークを移動しても通信を継続できる移動透過性技術として、我々はNTMobile (Network Traversal with Mobility) [1] を提案している。

NTMobileではアプリケーションは仮想IPアドレスを用いて仮想的なコネクションを確立する。しかし、仮想IPアドレスと実IPアドレスが重複すると正常に動作しない可能性があるという課題があった。そこで本稿では仮想IPアドレスをIPv6に統合し、重複を避ける方式の検討を行った。

2. NTMobile

2.1 概要

NTMobile 対応端末 (NTM 端末) のアプリケーションは仮想IPアドレスを用いてコネクションを確立する。また、実際の通信は実IPアドレスによるカプセル化により実現する。ネットワークを移動し、実IPアドレスが変化してもアプリケーションが認識する仮想IPアドレスは変化しない。よって、アプリケーションに対してネットワークの移動を隠蔽できる。また、通信経路上にNATが存在していても実IPアドレスのみアドレス変換され、アプリケーションには影響しないという特徴がある。

図1にMN (Mobile Node) とCN (Correspondent Node) がNATを介して通信の様子を示す。MNとCNにはあらかじめDC (Direction Coordinator) と呼ばれる装置から仮想IPアドレスが配布される。仮想IPアドレスはIPv4とIPv6があり、名前解決の結果どちらかを選択して通信を行う。アプリケーションは仮想IPアドレスを用いたパケットを生成する。それを実IPアドレスによるカプセル化し、パケットの送信を行う。パケットの受信時には送信時と逆の手順で処理を行う。なお、カプセル化に係るトンネル経路は通信開始時にDCから指示される。また、NTM端末は相手の実IPアドレスと仮想IPアドレスを、DCから経路指示を受けるこのタイミングで知る。

2.2 課題

NTMobileではNTM端末の通信相手が一般端末の時にカプセル化をしない通信を行うことがあり、通信相手を正確に判別できなくなる。そのため、仮想IPv4アドレスとして実IPアドレスと重複しないユニークな値を選ぶ必要がある。ところが、現在のIPネットワークではIPv4アドレスが枯渇している。このため、仮想IPv4アドレスとして利用可能なIPv4アドレスのアドレス範囲が大幅に限定され、NTMobileの汎用性が損なわれるという課題がある。

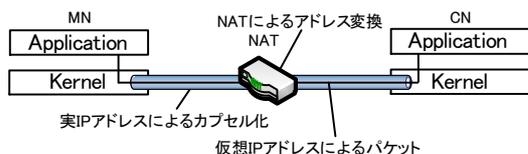


図1: NATを介したMN, CN間の通信

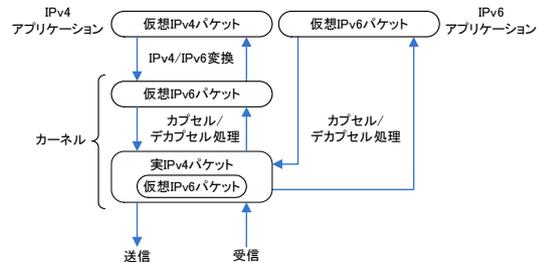


図2: 仮想IPアドレスの変換とカプセル化

3. 仮想IPアドレスの統合

2.2節の課題はNTM端末が利用する仮想IPアドレスをIPv6に統合することにより解決できる。

NTM端末のアドレス情報登録時にDCから自身の仮想IPv6アドレスが割り当てられる。一方で自身の仮想IPv4アドレスは、NTM端末内で仮想IPv4アドレス専用のアドレス範囲から自由に選択して割り当てる。自身の仮想IPv6アドレスと仮想IPv4アドレスを対応付けし、NTM端末内でその情報を保持する。

従来のNTMobileでは、名前解決処理中の経路指示で通信相手の仮想IPアドレスを知るが、提案方式ではここで仮想IPv6アドレスのみ通知される。仮想IPv4アドレスは、経路指示を受けた直後にNTM端末内でユニークになるよう、通信相手用に仮想IPv4アドレス専用のアドレス範囲から仮想IPv4アドレスを割り当てる。そして、通信相手の仮想IPv6アドレスと仮想IPv4アドレスを対応付けし、NTM端末内でその情報を保持する。

図2に仮想IPアドレスの変換とカプセル化の様子を示す。送信側のIPv4アプリケーションは仮想IPv4アドレスを用いてパケットを生成する。次に、NTM端末のカーネル内で仮想IPv6アドレスに変換する。そして、仮想IPアドレスの変換を終えたパケットを実IPアドレスによりカプセル化し、通信相手に送信する。IPv6アプリケーションの場合は直接実IPアドレスによるカプセル化を行う。パケットの受信時には送信時と逆の手順で処理を行う。

上記の方法により、MNとCNのIPv4アプリケーションが認識する仮想IPv4アドレスが互いに違っていても、仮想IPv6アドレスに変換することで正常に通信を行うことができる。よって、仮想IPv4アドレスとして利用可能なアドレス範囲が限定されていてもNTMobileを運用可能になり、NTMobileの汎用性を高めることができる。

4. まとめ

本稿ではNTMobileにおける仮想IPアドレスをIPv6に統合する方式を検討した。これにより、仮想IPv4アドレスの範囲が限られていてもNTMobileを運用できるようになった。今後は実装および検証を行う予定である。

参考文献

- [1] 鈴木秀和, 上醉尾一真, 水谷智大, 西尾拓也, 内藤克浩, 渡邊晃:NTMobileにおける通信接続性の確立手法と実装, 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.1, pp.367-379, 2013

NTMobileの仮想IPアドレスを IPv6に統合するための検討

情報工学科 渡邊研究室
090430061 永井 秀宗

はじめに (1/2)

▶ 移動通信の需要の増加

- 無線インターネット環境や小型携帯端末の普及によって、いつでもどこからでも通信を開始したいという要求が増加

▶ 移動透過性技術の必要性

- 端末がネットワークを移動してIPアドレスが変化しても、コネクション切断を回避して通信を継続したい

はじめに (2/2)

- ▶ 現在のIPネットワークはIPv4からIPv6への過渡期
 - IPv4とIPv6には互換性がない
 - IPv6の普及が進まない
 - IPv4とIPv6が混在した環境が続く
- ▶ IPv4とIPv6が混在した環境で通信できる技術が必要



IPv4とIPv6が混在した環境でも
移動透過性を実現するNTMobileの提案

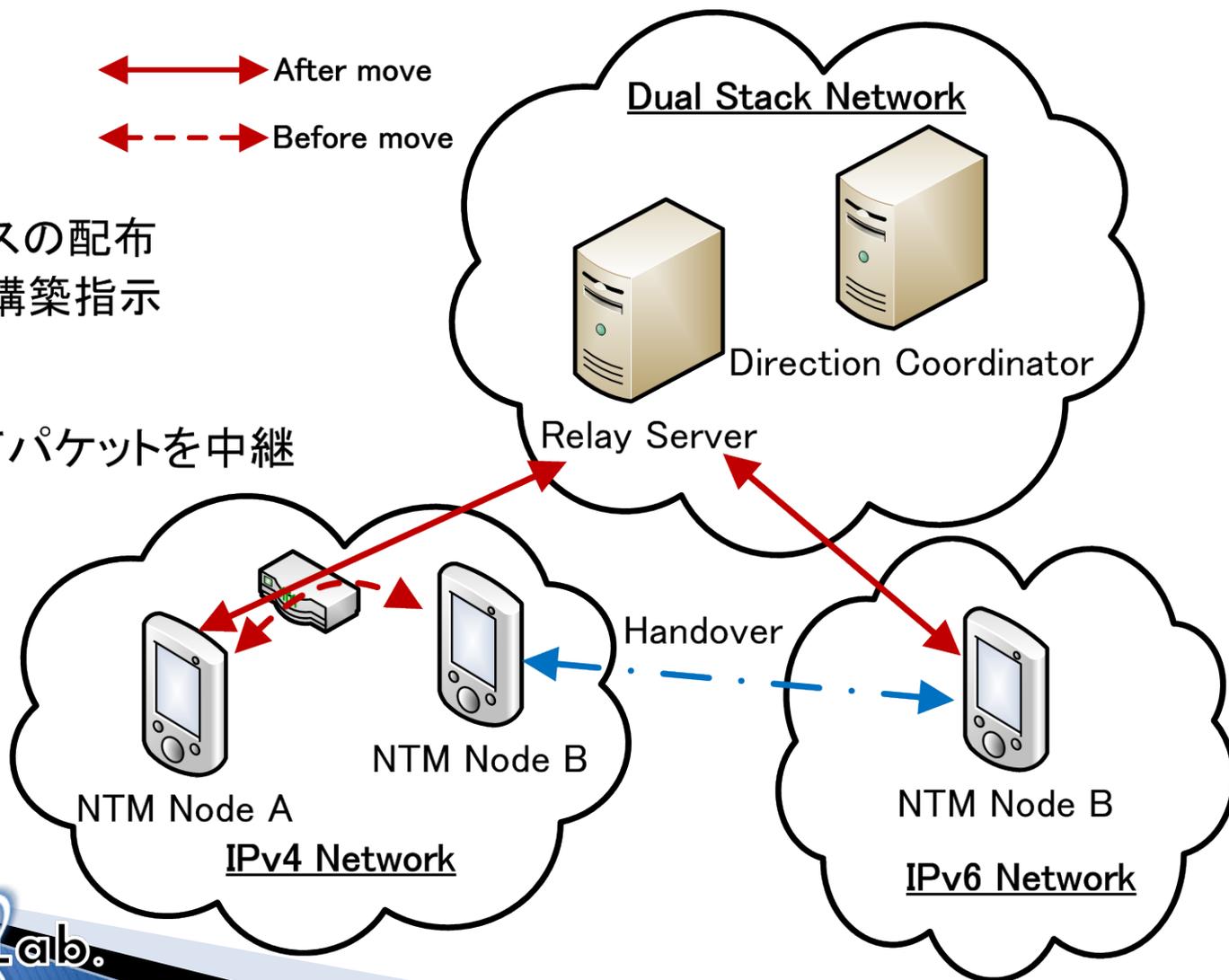
NTMobileの構成機器

- DC -

- 仮想IPアドレスの配布
- UDPTunnel構築指示

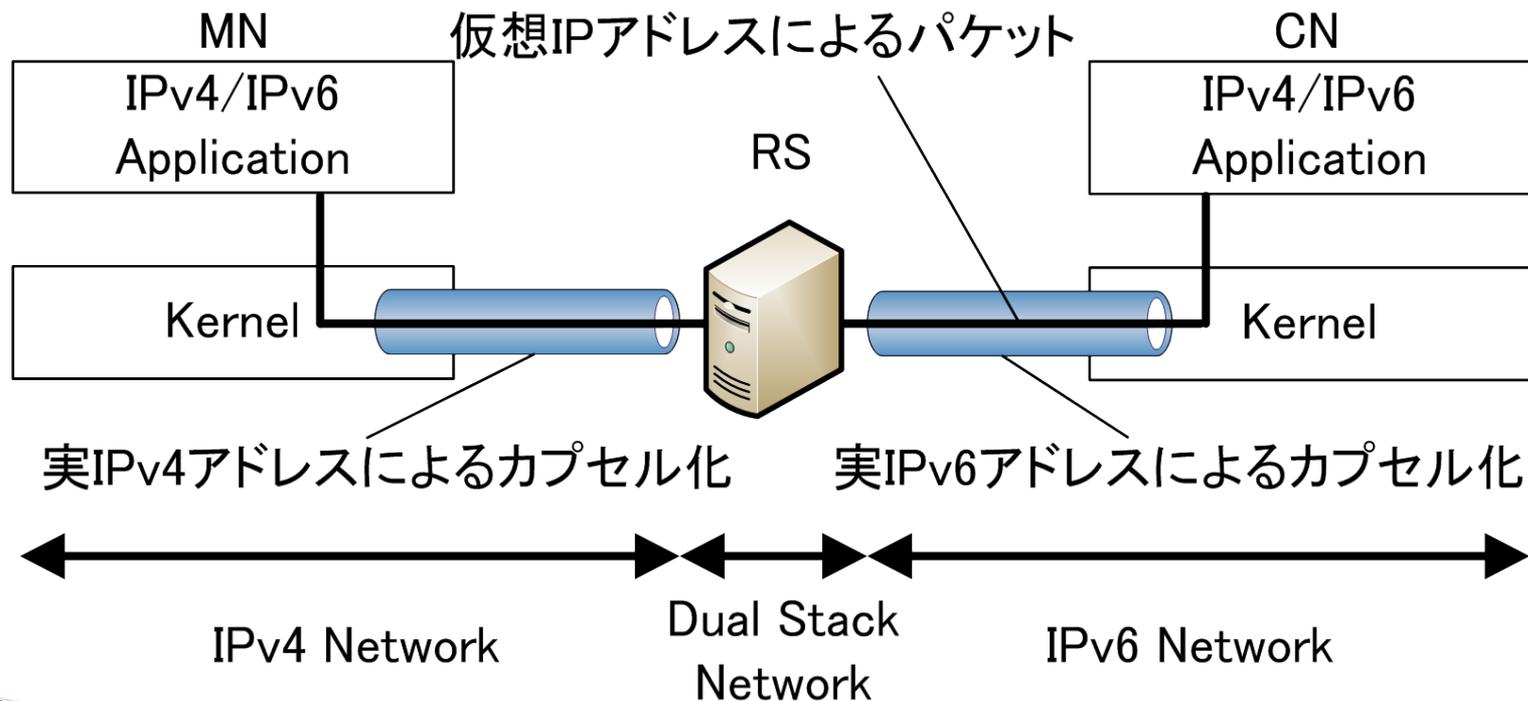
- RS -

- 必要に応じてパケットを中継



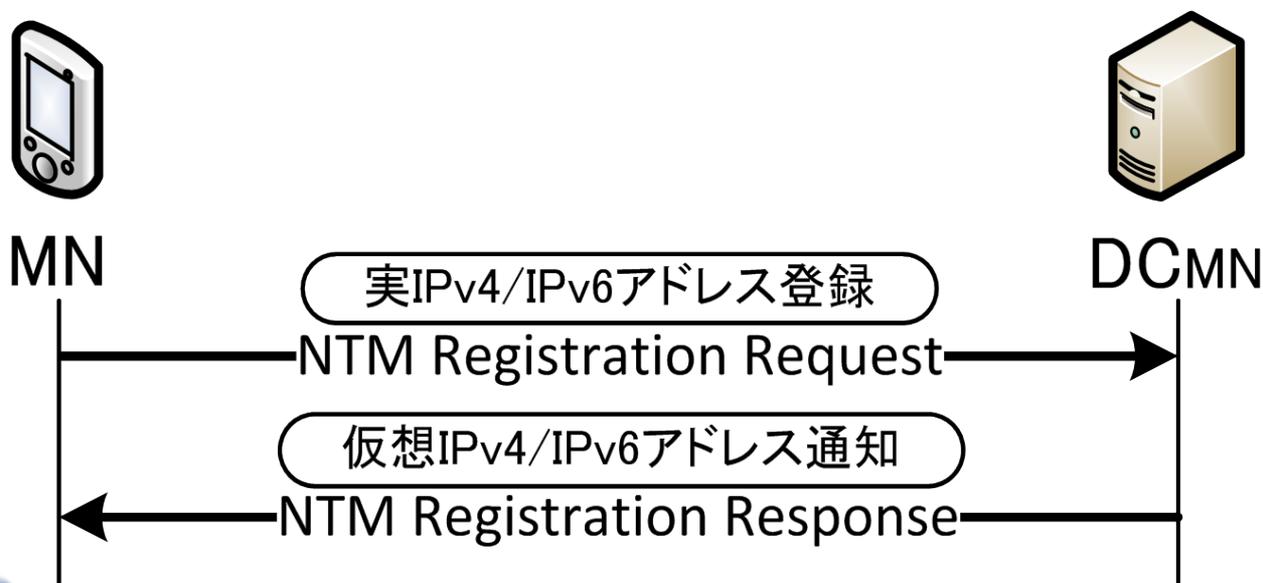
IPv4 / IPv6混在環境での通信

- ▶ デュアルスタックネットワーク上に設置されたRSを経由することで、IPv4 / IPv6の混在環境でも通信可能



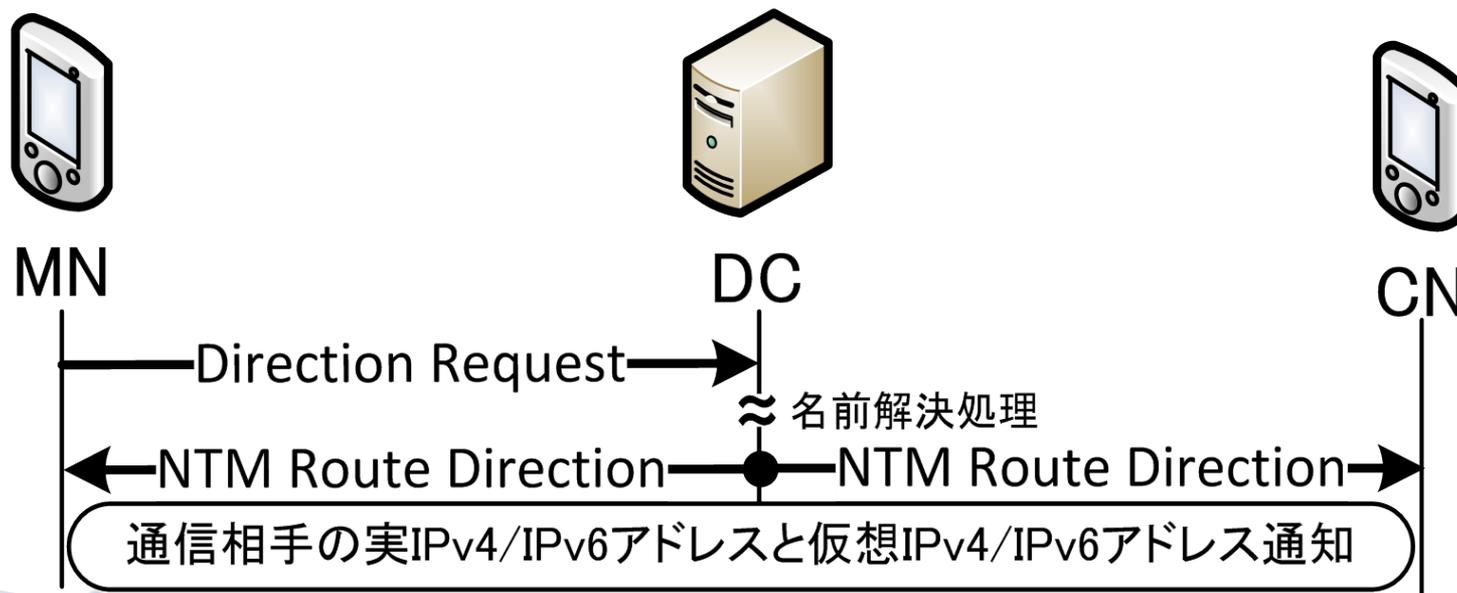
動作シーケンス(登録処理)

- ▶ NTM端末起動時においてMNがDCに対してNTM端末の実IPv4/IPv6アドレスを登録
- ▶ DCは応答としてMNに仮想IPv4/IPv6アドレス等を含むメッセージを通知



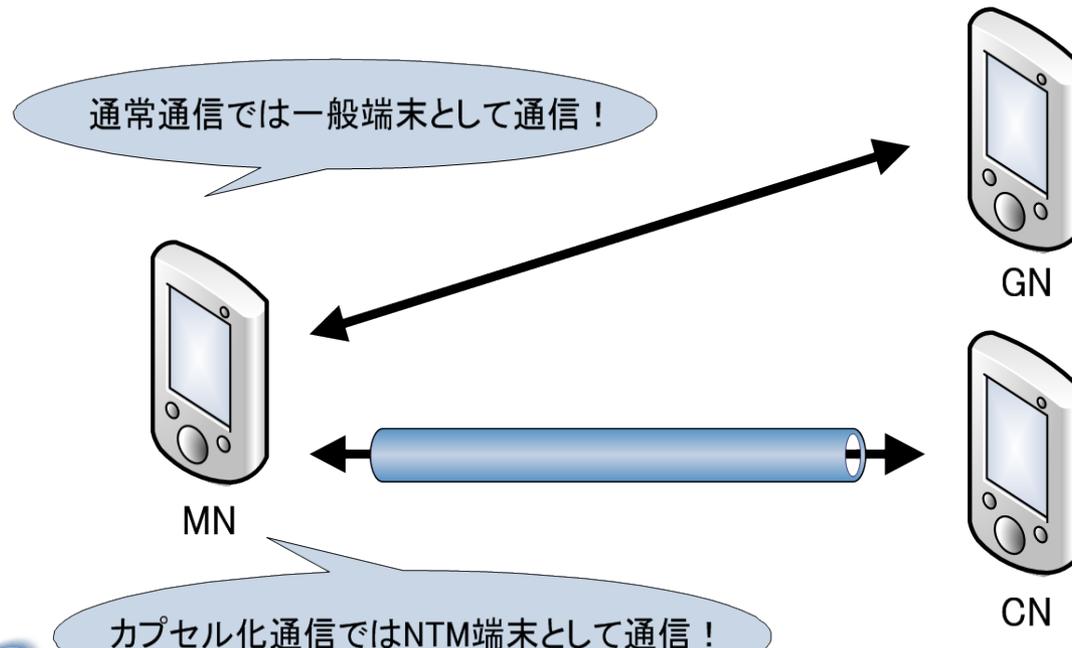
動作シーケンス(名前解決)

- ▶ 通信開始時においてMNからの指示要求を受けたDCは名前解決を行う
- ▶ 名前解決の結果, 各NTM端末に経路指示を行い, 通信相手の実IPアドレスや仮想IPアドレス等を通知



NTMobileの課題

- ▶ 仮想IPアドレスと実IPアドレスは重複してはならない
 - 通常通信とカプセル化通信両方に対応したい
 - 一般端末の実IPアドレスとNTM端末の仮想IPアドレスが重複すると通信相手を判別できない



NTMobileの現状

- ▶ 現在，仮想IPv4アドレスと実IPv4アドレスが重複しないようにクラスEのアドレス範囲の利用を検討している
 - 実ネットワークで使われていないアドレス
 - 試験用のIPアドレスとして予約されている
 - 約2億7000万個
- ▶ NTMobileの今後の普及を考えるとアドレス範囲が狭いため数が足りない

提案方式

- ▶ NTMobileにおける仮想IPアドレスをIPv6に統合
 - IPv6であればユニークな仮想IPアドレスを十分に確保することができる
 - IPv4アプリケーションには仮想IPv4アドレス専用のアドレス範囲を用いて仮想IPv4アドレスを割り当てる

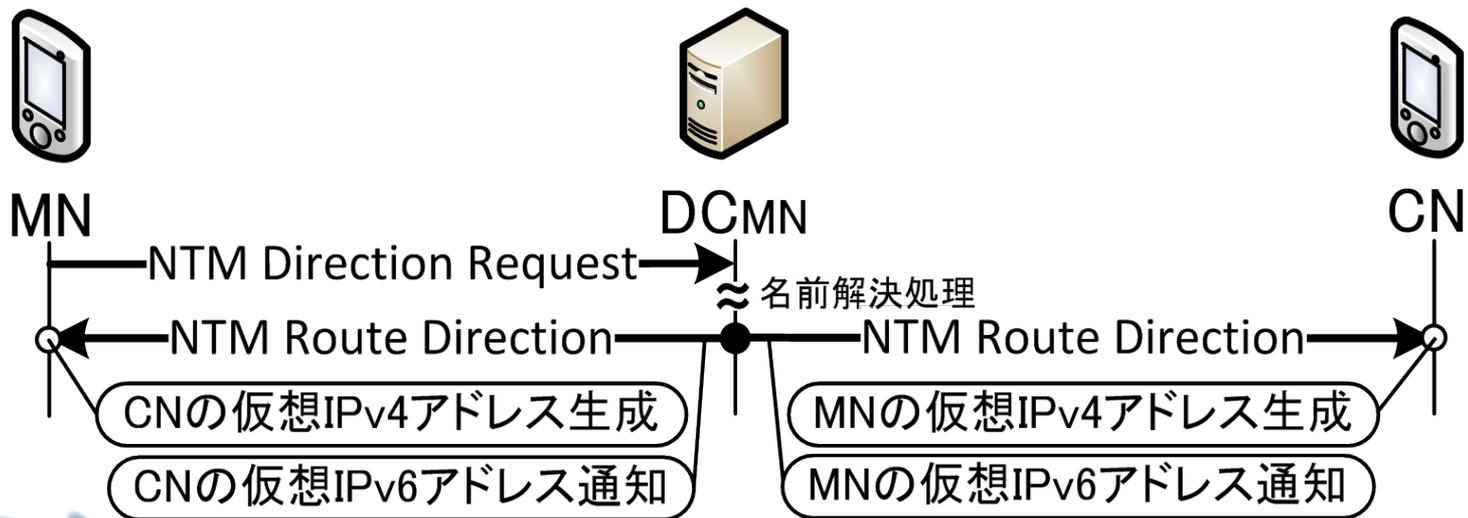
仮想IPv4アドレスの生成(登録処理時)

- ▶ 登録処理においてDCがMNに対して仮想IPv6アドレスのみを通知する
- ▶ MNが自分の仮想IPv4アドレスを任意に生成する
- ▶ 自分の仮想IPv4アドレスと仮想IPv6アドレスの関係を記憶する



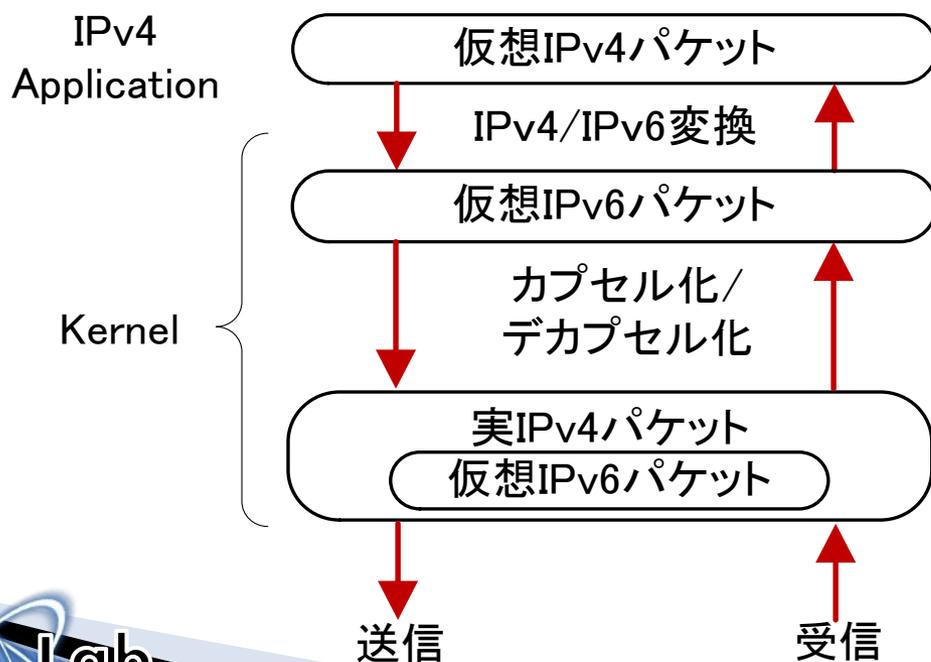
仮想IPv4アドレスの生成(名前解決時)

- ▶ 名前解決時の経路指示においてDCが通信相手の仮想IPv6アドレスのみを通知する
- ▶ NTM端末が通信相手の仮想IPv4アドレスを任意に生成する
- ▶ 通信相手の仮想IPv4アドレスと仮想IPv6アドレスの関係を記憶する



パケットを送信するまで

- ▶ 宛先と送信元の仮想IPv4アドレスを仮想IPv6アドレスに変換する
- ▶ 上記パケットを実IPv4アドレスによってカプセル化を行い、通信相手に送信する



提案方式に残された課題

- ▶ IPv4のみ対応, かつペイロードにIPアドレスを含むアプリケーションには対応できない
 - 上記アプリケーションは, 少数である
 - IPv4とIPv6両方に対応するアプリケーションはIPv6で通信を行うことができる

まとめ

- ▶ NTMobileの仮想IPアドレスを, IPv6に統合することにより, 仮想IPアドレスに係る制約を解消した
- ▶ IPv4とIPv6の混在環境を考慮し, IPv4アプリケーションにも対応できる仕組みを実現した

ご静聴ありがとうございました

