

# NTMobile で SIP 通信を可能とする仮想 IPv4 アドレス生成方式の検討

清水 一輝<sup>†\*</sup>, 納堂 博史<sup>†</sup>, 鈴木 秀和<sup>†</sup>, 内藤 克浩<sup>‡</sup>, 渡邊 晃<sup>†</sup>  
(<sup>†</sup>名城大学, <sup>‡</sup>愛知工業大学)

Study of the Generation Method of Virtual IPv4 Addresses which enables SIP communication in NTMobile

Kazuki Shimizu<sup>†</sup>, Hiroshi Nodo<sup>†</sup>, Hidekazu Suzuki<sup>†</sup>, Katsuhiko Naito<sup>‡</sup>, Akira Watanabe<sup>†</sup>

(<sup>†</sup>Meijo University, <sup>‡</sup>Aichi Institute of Technology)

## 1 はじめに

モバイルネットワークの普及にともなって、ネットワーク環境に関わらず通信を開始することが出来る通信持続性と、ネットワークが切り替わった際にも通信を継続できる移動透過性が求められている。NTMobile (Network Traversal with Mobility) は両者を同時に実現する次世代の技術である [1]。

NTMobile は通信識別子として仮想 IP アドレスを使うという特徴がある。しかし、アプリケーションが IPv4 対応の場合、仮想 IPv4 アドレスとして使える帯域が狭いため、同時に稼働できる NTMobile 機能を有する NTM 端末の数が限定されるという課題があった。この問題を解決するために、NTM 端末が自律的に仮想 IPv4 アドレスを生成する方式により解決を計った [2]。しかし、この方式はアドレス変換を伴うため SIP 通信を利用できないという課題がある。

そこで本稿では、アドレス変換を伴わない仮想 IP アドレス生成方式を検討した。

## 2 アドレス変換を伴う仮想 IPv4 アドレス生成方式

NTMobile は、NTM 端末と NTM 端末の端末情報管理やトンネルの経路指示を行う DC (Direction Coordinator) によって構成される。NTM 端末は、起動時に DC から仮想 IP アドレスを取得し、アプリケーションは仮想 IP アドレスを利用してセッションを確立する。実際の通信は実 IP アドレスによってカプセル化される。

アドレス変換を伴う仮想 IPv4 アドレスの生成では、通信開始時に DC から通信を行う NTM 端末 (以後 MN と CN) に配布される Path ID を通信識別情報として使用する。MN と CN は、自身の仮想 IPv4 アドレスと相手の仮想 IPv4 アドレスを任意に生成し、Path ID で紐付ける。MN と CN はカプセル化パケットの受信時に、パケット内の宛先と送信元の仮想 IPv4 アドレスを、自らが認識する仮想 IPv4 アドレスに変換する。この方式により IPv4 のアドレス帯域の制限はなくなり、NTMobile はほぼ無限の規模まで対応できるようになった [2]。

しかし、この方式では IP アドレス変換を伴うため、SIP のようにメッセージ内に IP アドレスを含むプロトコルには対応できないという課題があった。

## 3 新たな仮想 IPv4 アドレス生成方式

Fig. 1 に検討方式の動作シーケンスを示す。MN と CN の実 IP アドレス、仮想 IPv4/v6 アドレス、FQDN をそれぞれ  $RIP_{MN,CN}$ ,  $VIP_{4MN,CN}$ ,  $VIP_{6MN,CN}$ ,  $FQDN_{MN,CN}$  とする。

MN と CN は、起動時に Registration Request/Response により、DC から重複しない仮想 IPv6 アドレスの配布を受ける。MN は通信開始時、DC に対して Direction Request により CN

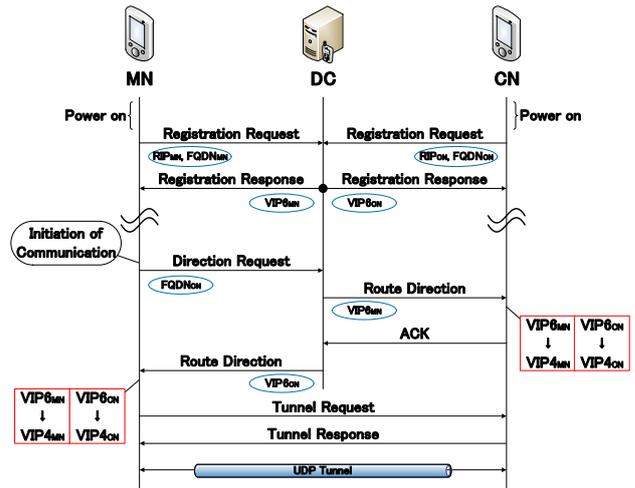


Fig. 1 Operation of the proposed method

の名前解決を行う。DC は MN と CN に Route Direction を送信し、MN と CN 間にトンネル経路を生成するよう指示する。ここで Route Direction の中には通信相手の仮想 IPv6 アドレスが格納されているため、MN と CN はこの時点で MN と CN の仮想 IPv6 アドレスペアからそれぞれ仮想 IPv4 アドレスペアを生成する。生成した 2 つの仮想 IPv4 アドレスが重複しなかった場合、そのまま後の通信に使用する。重複した場合は、所定のルールに従って一方の仮想 IPv4 アドレスを変更する。

この方式により、MN と CN で重複しない仮想 IPv4 アドレスが一意に決定される。仮想 IPv4 アドレスのアドレス変換が不要なため、SIP 通信を NTMobile 上で実現できるようになる。ただし条件として、MN と CN の 1 対 1 通信に限る。また、SIP 通信以外の通信時にはこれまでのアドレス変換を伴う仮想 IPv4 アドレスを生成する方式を併用する。

## 4 まとめ

本稿では、NTM 端末内においてアドレス変換を伴わない仮想 IPv4 アドレスの生成を行うことにより、NTMobile で SIP 通信を可能とする仮想 IPv4 アドレス生成方式について検討した。今後は、検討方式の実装および性能評価を行う予定である。

文献

- [1] 上醉尾. 他: IPv4/IPv6 混在環境で移動透過性を実現する NTMobile の実装と評価, 情報処理学会論文誌 Vol.54, No.10, pp.2288–2299, 2013.
- [2] 加古. 他: NTMobile における仮想 IP アドレスの管理方法の提案と評価, マルチメディア、分散協調とモバイルシンポジウム 2014 論文集, pp.1307–1312, 2014.

# NTMobileでSIP通信を可能とする 仮想IPv4アドレス生成方式の検討

清水 一輝† 納堂 博史† 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

## ▶ 移動通信の需要

- スマートフォンなどの移動端末の普及
- 通信接続性の課題
  - NATの外側にあるネットワークから, NATの内側にあるネットワークにアクセス出来ない (NAT越え問題)
- 移動透過性の課題
  - ネットワーク切替時における, 端末のIPアドレスの変化により通信を継続できない

NAT : Network Address Translation

- ▶ NTMobile(Network Traversal with Mobility)
  - 通信接続性と移動透過性を同時に実現する技術

- ▶ 通信接続性の実現
  - 経路指示装置の導入

NAT配下の端末に対して通信開始が可能

- ▶ 移動透過性の実現
  - 位置に依存することのない, 仮想IPアドレスの導入

実IPアドレス	カプセル	
	仮想IPアドレス	データ

IPアドレスの変化をアプリケーションから隠蔽

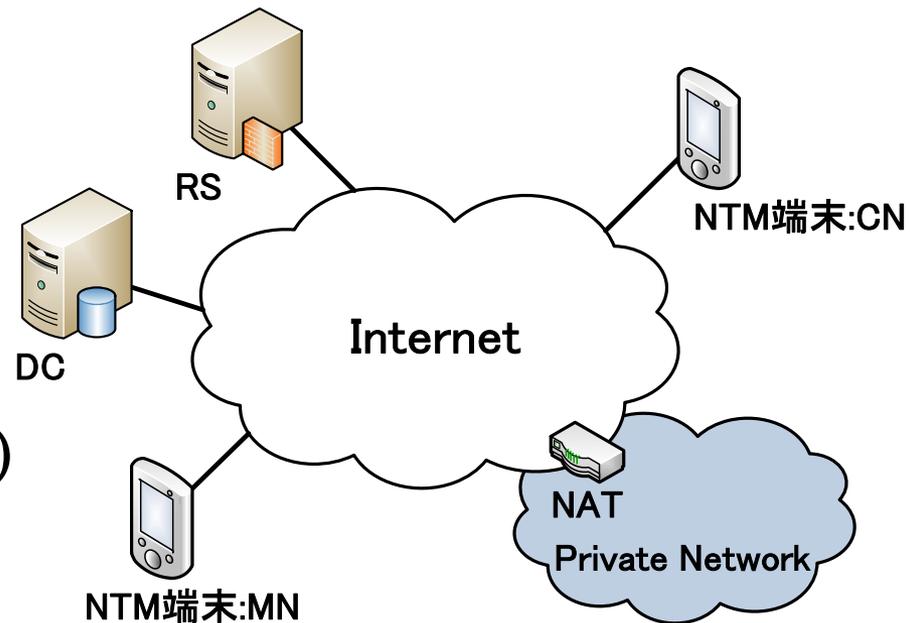
# NTMobileの概要

## ▶ DC(Direction Coordinator)

- NTM端末の端末情報管理
- トンネル経路指示

## ▶ RS(Relay Server)

- IPv4/IPv6間の通信, 一般端末との通信,  
NTM端末が互いに異なるNAT配下にいる場合に通信を中継



NTM端末 : NTMobile Node  
MN : Mobile Node  
CN : Correspondent Node

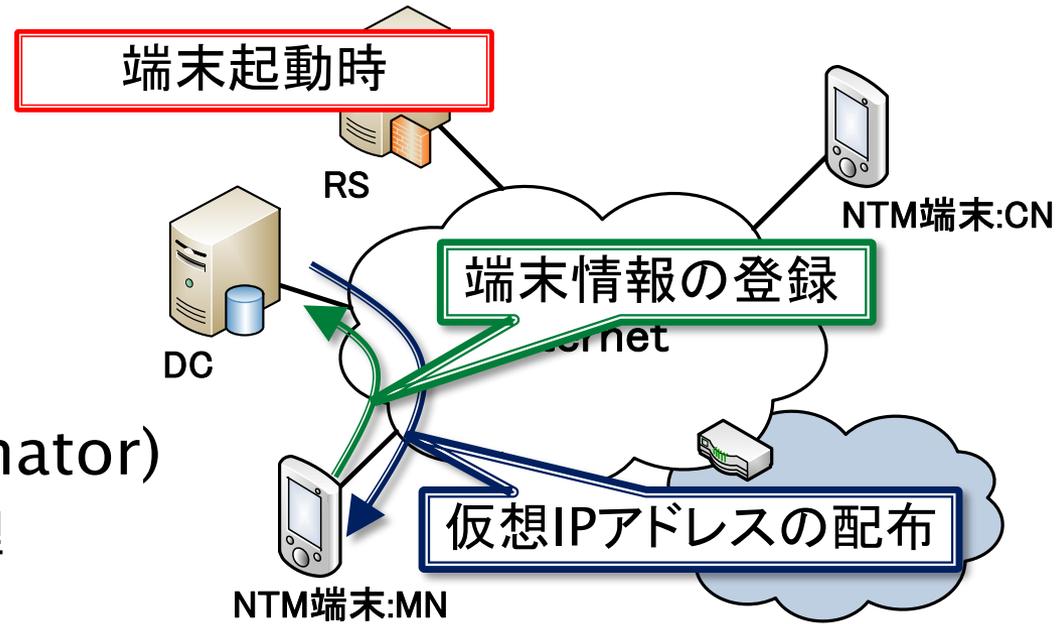
# NTMobileの概要

## ▶ DC(Direction Coordinator)

- NTM端末の端末情報管理
- トンネル経路指示

## ▶ RS(Relay Server)

- IPv4/IPv6間の通信, 一般端末との通信,  
NTM端末が互いに異なるNAT配下にいる場合に通信を中継



NTM端末 : NTMobile Node  
MN : Mobile Node  
CN : Correspondent Node

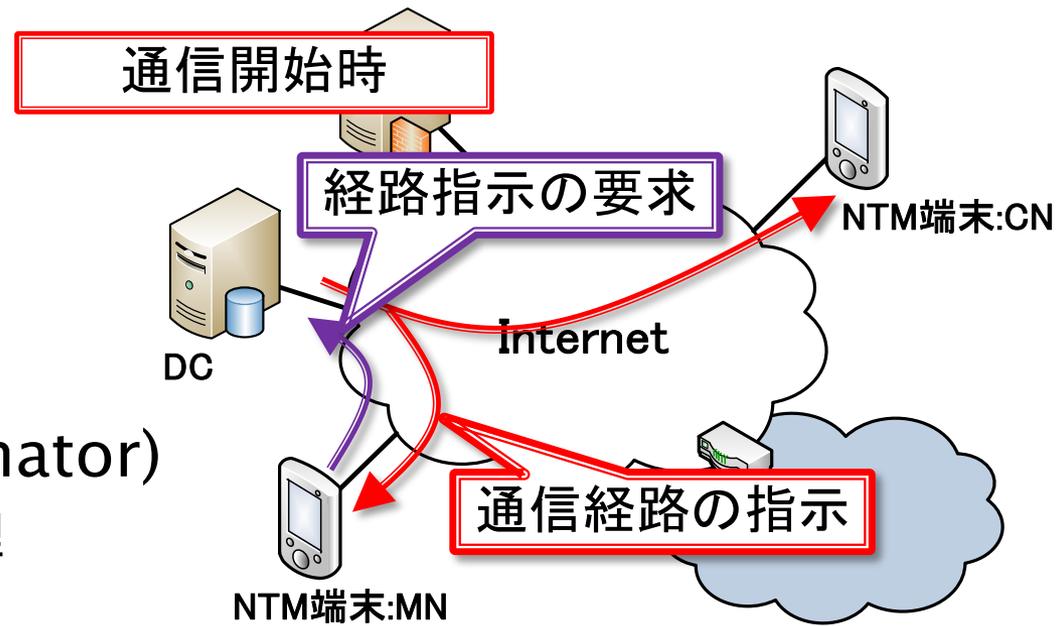
# NTMobileの概要

## ▶ DC(Direction Coordinator)

- NTM端末の端末情報管理
- トンネル経路指示

## ▶ RS(Relay Server)

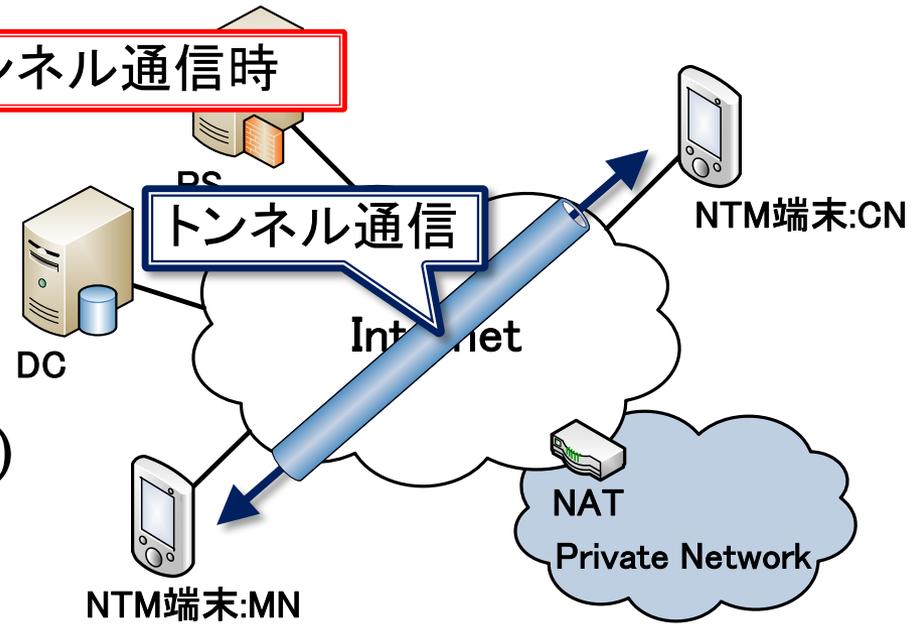
- IPv4/IPv6間の通信, 一般端末との通信,  
NTM端末が互いに異なるNAT配下にいる場合に通信を中継



NTM端末 : NTMobile Node  
MN : Mobile Node  
CN : Correspondent Node

# NTMobileの概要

トンネル通信時



## ▶ DC(Direction Coordinator)

- NTM端末の端末情報管理
- トンネル経路指示

## ▶ RS(Relay Server)

- IPv4/IPv6間の通信, 一般端末との通信,  
NTM端末が互いに異なるNAT配下にいる場合に通信を中継

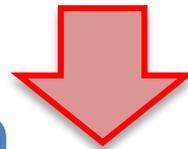
NTM端末 : NTMobile Node

MN : Mobile Node

CN : Correspondent Node

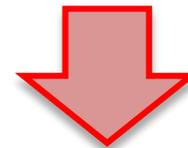
## NTMobileの課題

仮想IPv4アドレスとして利用できる範囲が少ない



## 改善案

NTM端末が自律的に仮想IPv4アドレスを生成

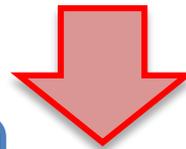


## 新たな課題

アドレス変換を伴うためSIP通信ができない

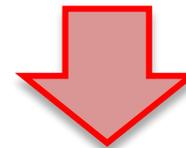
## NTMobileの課題

仮想IPv4アドレスとして利用できる範囲が少ない



## 改善案

NTM端末が自律的に仮想IPv4アドレスを生成



## 新たな課題

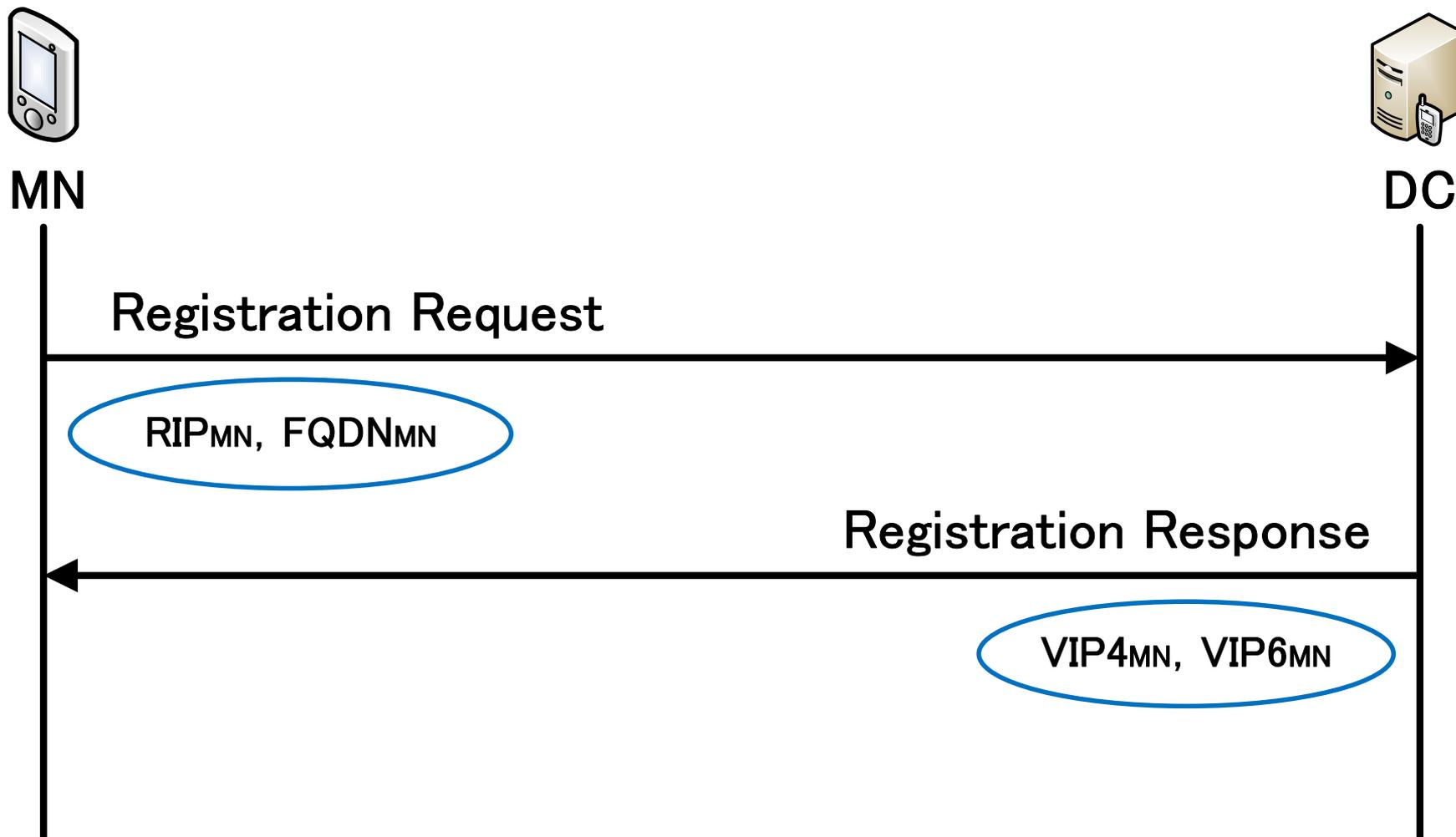
アドレス変換を伴うためSIP通信ができない

# NTMobile上で使用するアドレス帯域

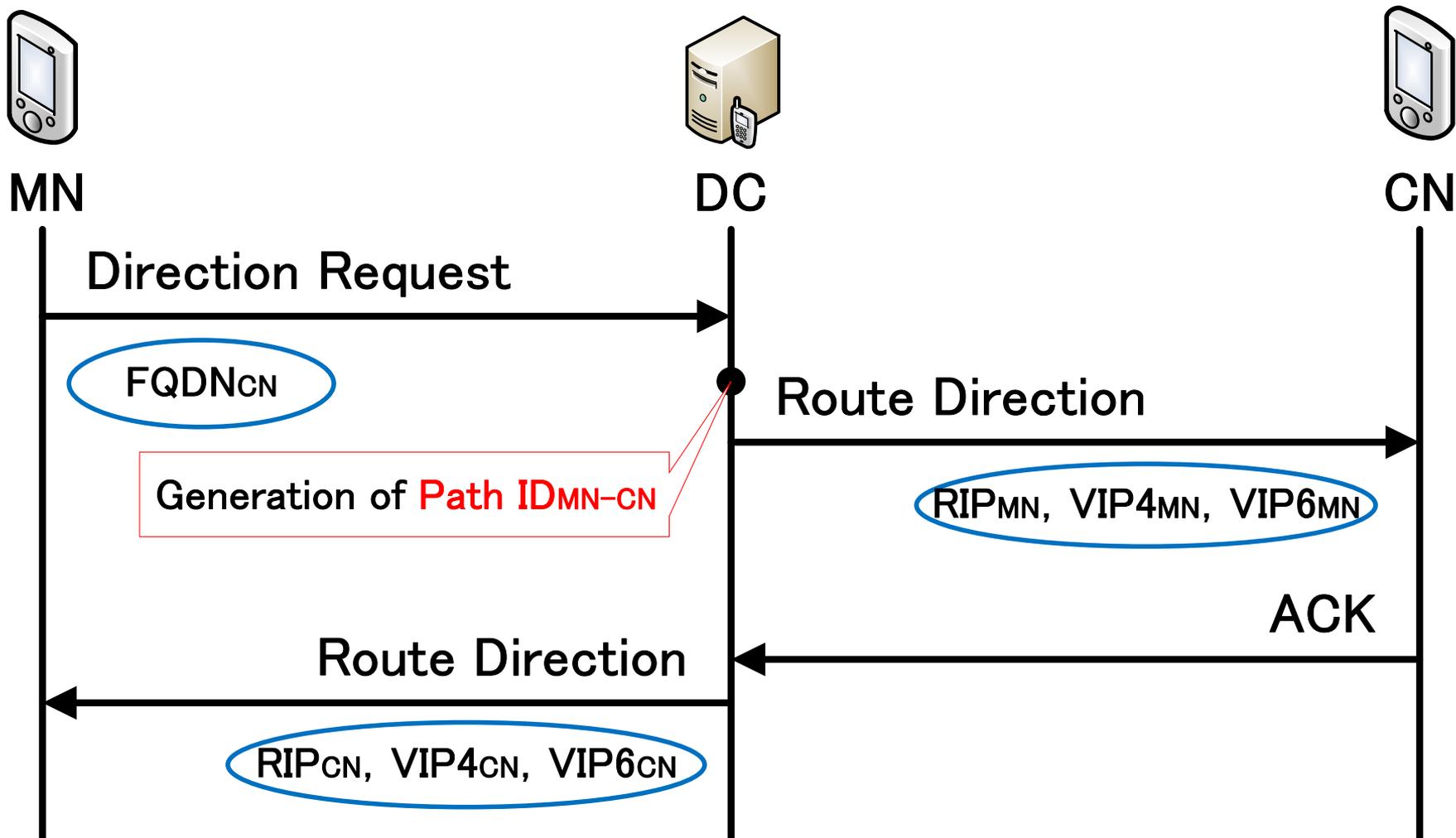
- ▶ 仮想IPv4アドレスは実ネットワークで使用されていないアドレス帯域「**198.18.0.0/15**」を使用
  - 198.18.0.0 ~ 198.19.255.255
- ▶ 利用可能なIPv4アドレスが少ない(約**13万**個)

NTMobileの普及を想定すると、全てのNTM端末に仮想IPv4アドレスを割り振ることが不可能

# 通信シーケンス - 端末起動時 -



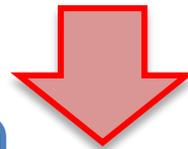
# 通信シーケンス - 通信開始時 -



RIP : Real IP Address  
VIP : Virtual IP Address 12

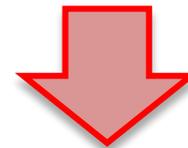
## NTMobileの課題

仮想IPv4アドレスとして利用できる範囲が少ない



## 改善案

NTM端末が自律的に仮想IPv4アドレスを生成



## 新たな課題

アドレス変換を伴うためSIP通信ができない

# 改善の仮想IPv4アドレス生成方式

仮想IPアドレスから通信識別情報の役割を取り除く



Path IDを用いてNTMobileの通信を識別

NTM端末はPath IDに基づき仮想IPアドレスの変換



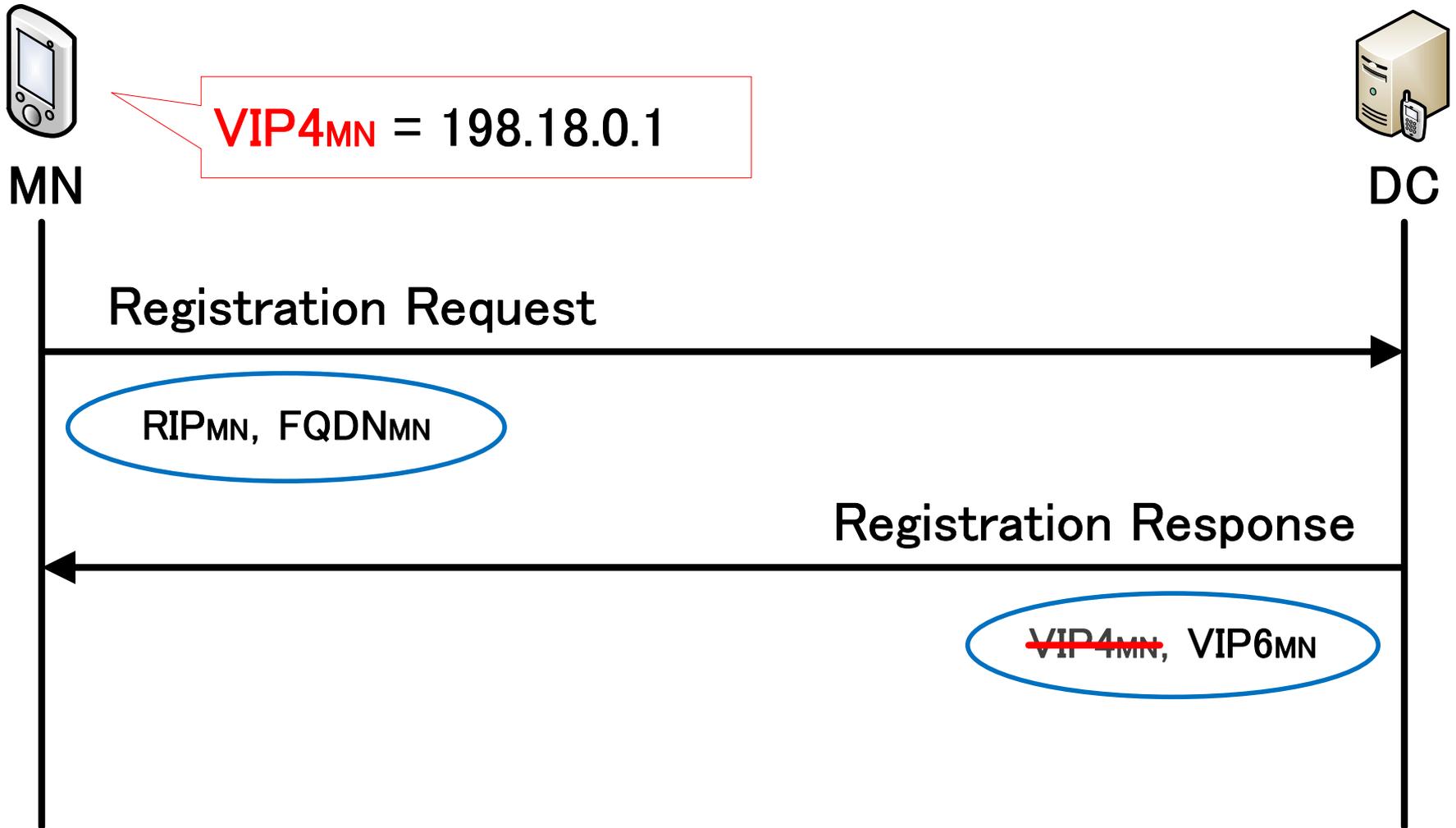
端末内で自由に仮想IPv4アドレス生成可能

加古将規, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊晃:

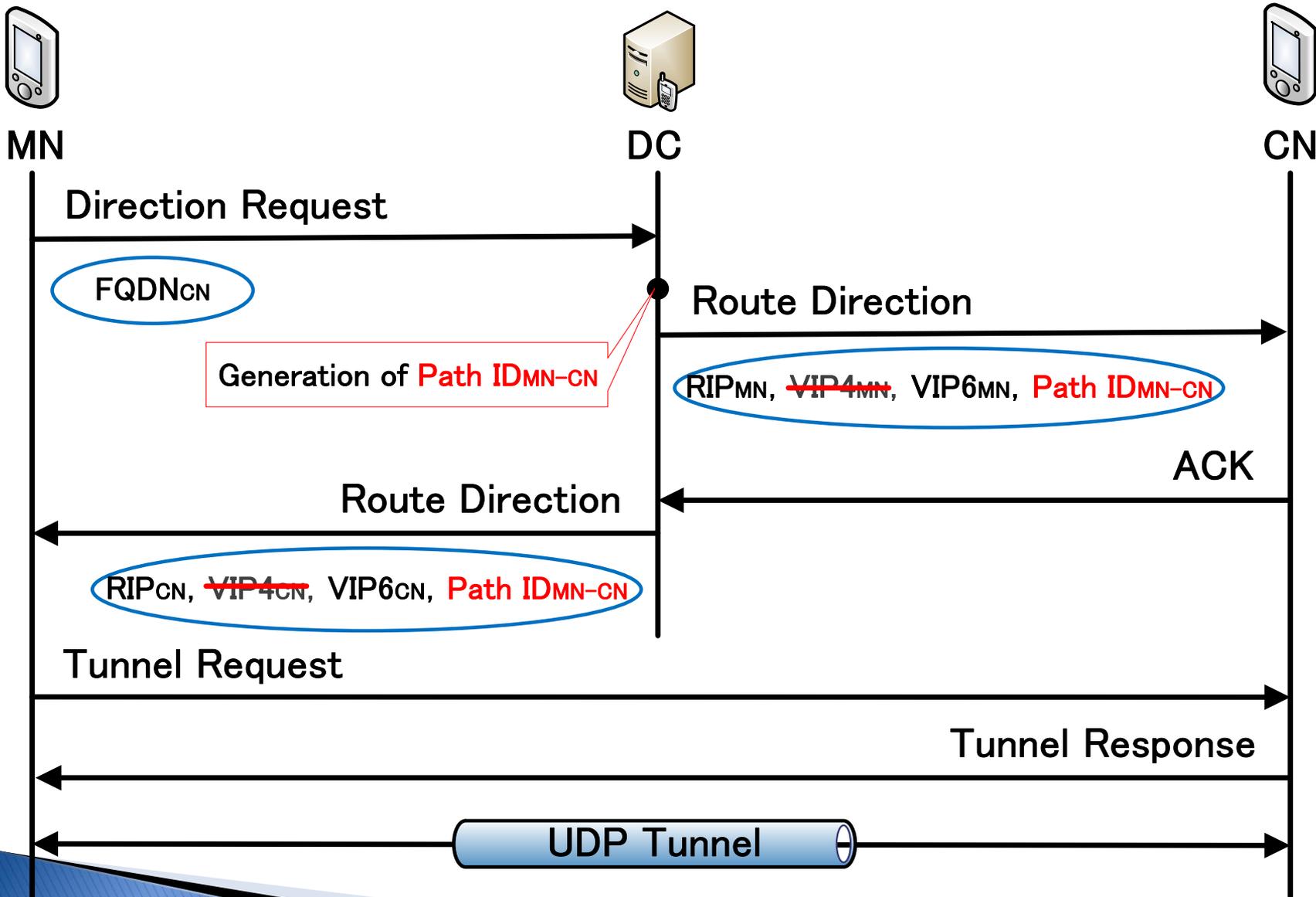
NTMobileにおける仮想IPアドレスの管理方法の提案と評価,

マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2014)シンポジウム, pp.1307-1312

# 通信シーケンス - 端末起動時 -

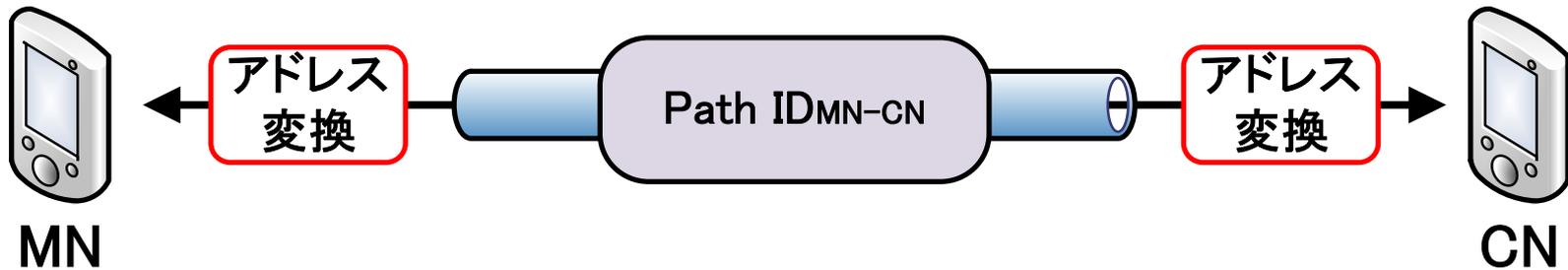


# 通信シーケンス - 通信開始時 -

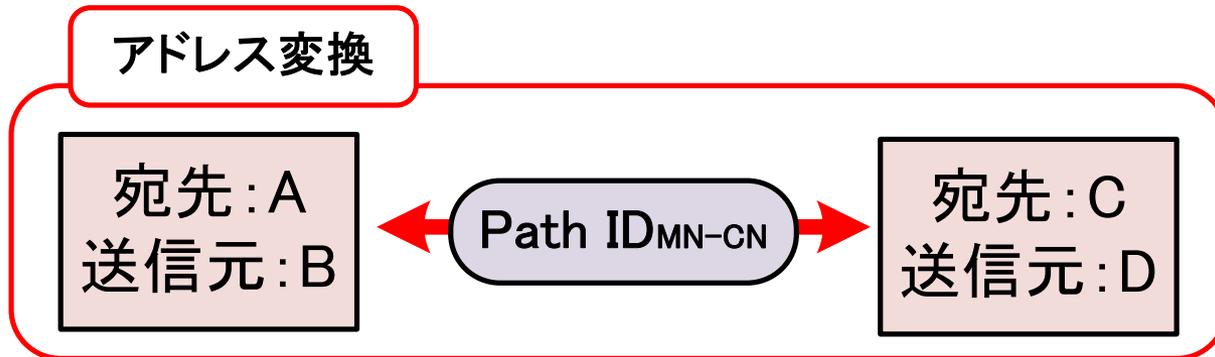


# Path IDによるアドレス変換

- ▶ Path IDを元に仮想IPv4アドレスを変換



宛先:A  
送信元:B

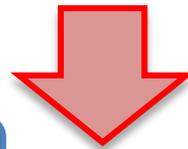


宛先:C  
送信元:D

NTM端末内で自由に  
仮想IPv4アドレス帯域を利用可能に

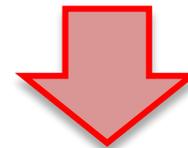
## NTMobileの課題

仮想IPv4アドレスとして利用できる範囲が少ない



## 改善案

NTM端末が自律的に仮想IPv4アドレスを生成



## 新たな課題

アドレス変換を伴うためSIP通信ができない

# SIP通信が不可能な理由

## SIP通信

- ▶ IPデータ内のSDP部分に記述されているIPアドレスを使用
- ▶ 送信側, 受信側はSDP内のIPアドレスに対して通信

## NTMobile

- ▶ NTMobileはIPペイロード部分に関与しない
- ▶ 送信側, 受信側でアドレス変換をすると相手のIPアドレスを認識できない

SDP : Session Description Protocol

# 生成方式の更なる改善

## SIP通信を可能とする仮想IPv4アドレス生成方式

- ▶ エンドエンドでアドレス変換を伴わない
- ▶ 送信側, 受信側で互いの仮想IPv4アドレスを認識
- ▶ 仮想IPv4アドレスが重複しない
- ▶ 既存のIPv4アプリをそのまま使用可能

# 検討方式の概要

- ▶ 通信開始時に送信側(MN)と受信側(CN)の仮想IPv6アドレスペア, 及び乱数から仮想IPv4アドレスペアを生成
- ▶ 生成した仮想IPv4アドレスペアが通信中アドレスと重複した場合はエラー
  - ルールに従って通信開始処理を再度実行し, 成功するまで繰り返す

# 仮想IPv4アドレスの生成方式

## ▶ 仮想IPv4アドレス生成ルール

MNの仮想IPv4アドレス

$h(\text{MNの仮想IPv6} | \text{CNの仮想IPv6} | \text{乱数})$

CNの仮想IPv4アドレス

$h(\text{CNの仮想IPv6} | \text{MNの仮想IPv6} | \text{乱数})$

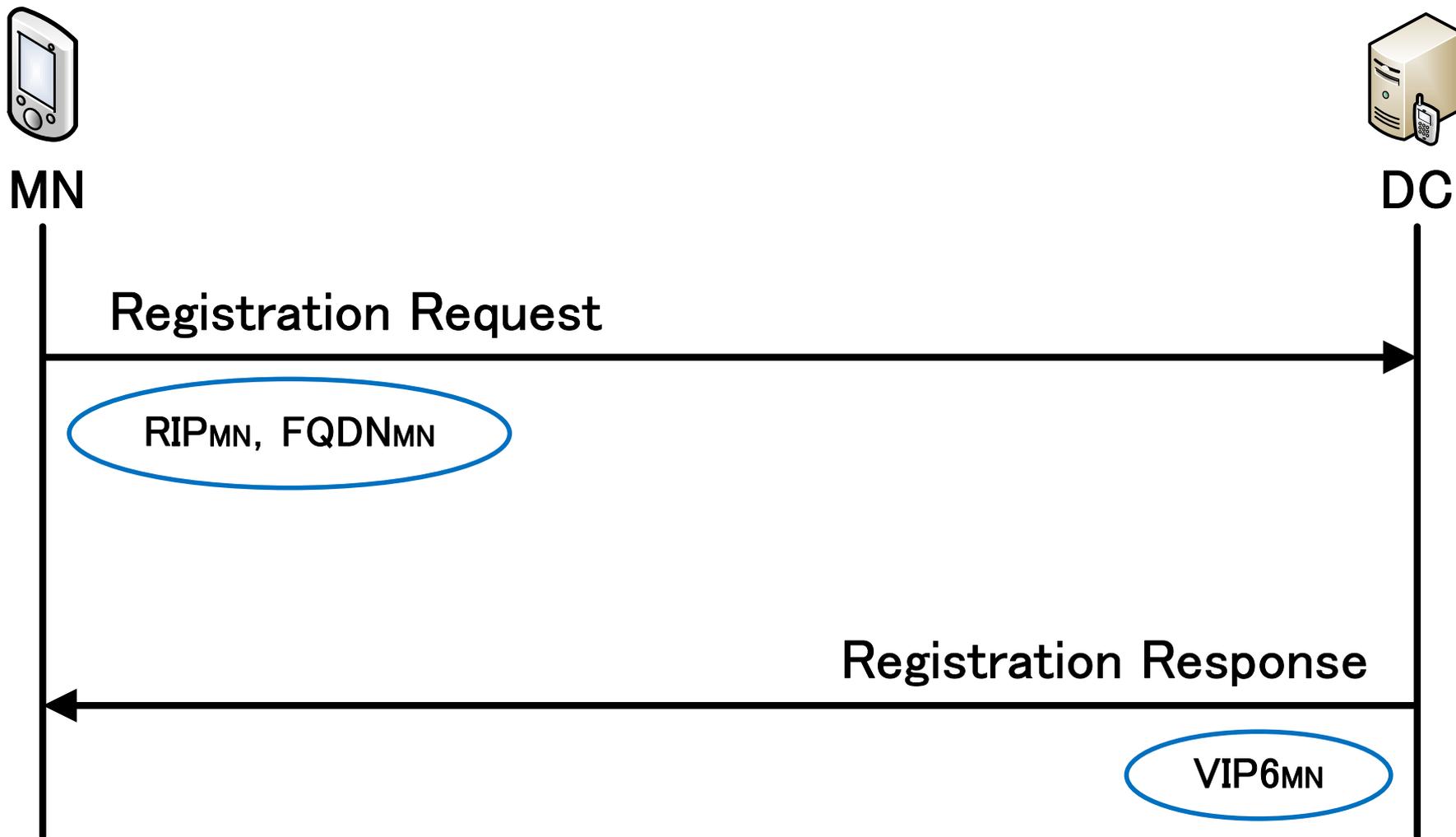
## ▶ CN側で重複時

- ACKによりエラーを返し, Direction Requestを再実行

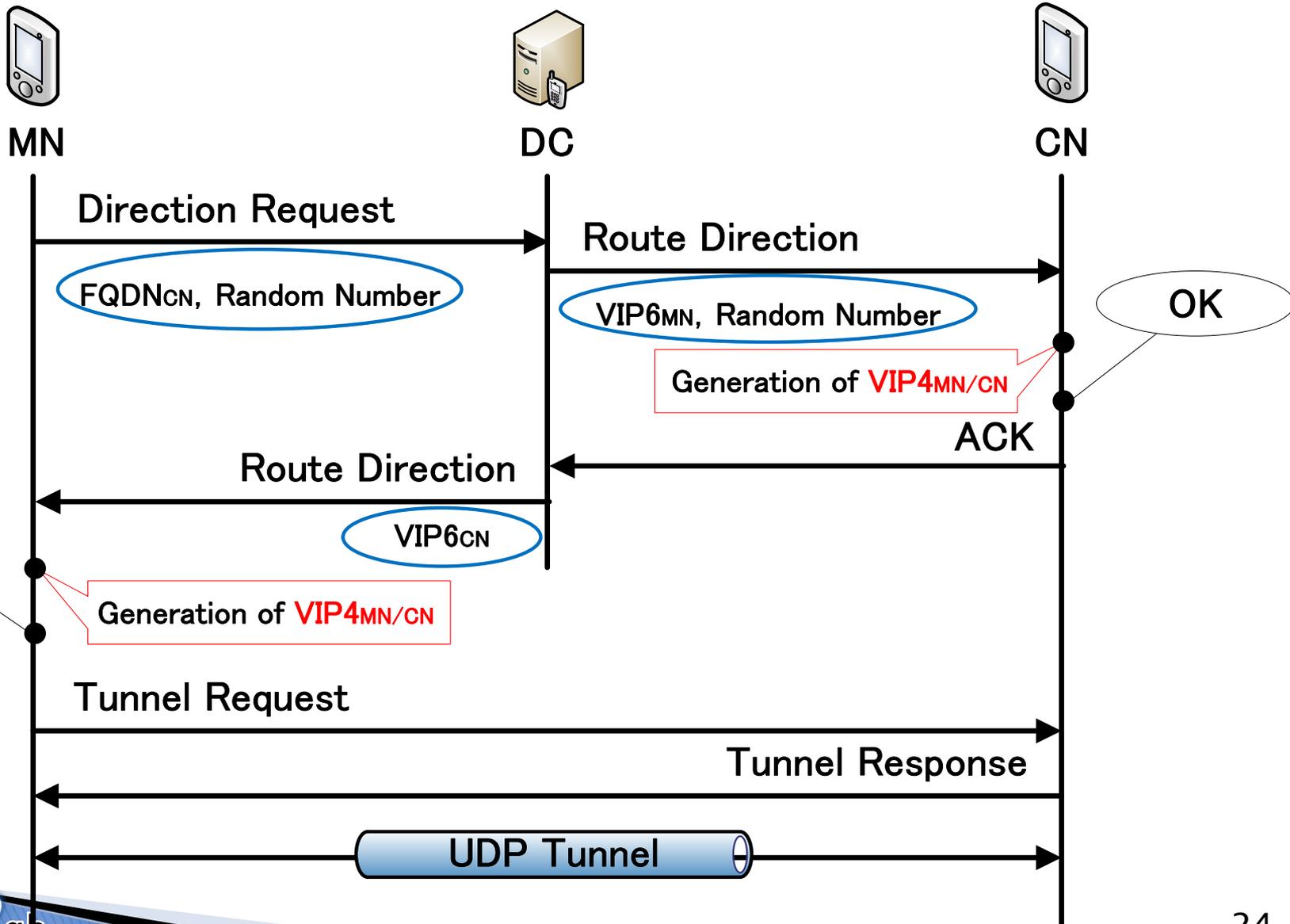
## ▶ MN側で重複時

- 乱数を再度生成し, Direction Requestを再実行

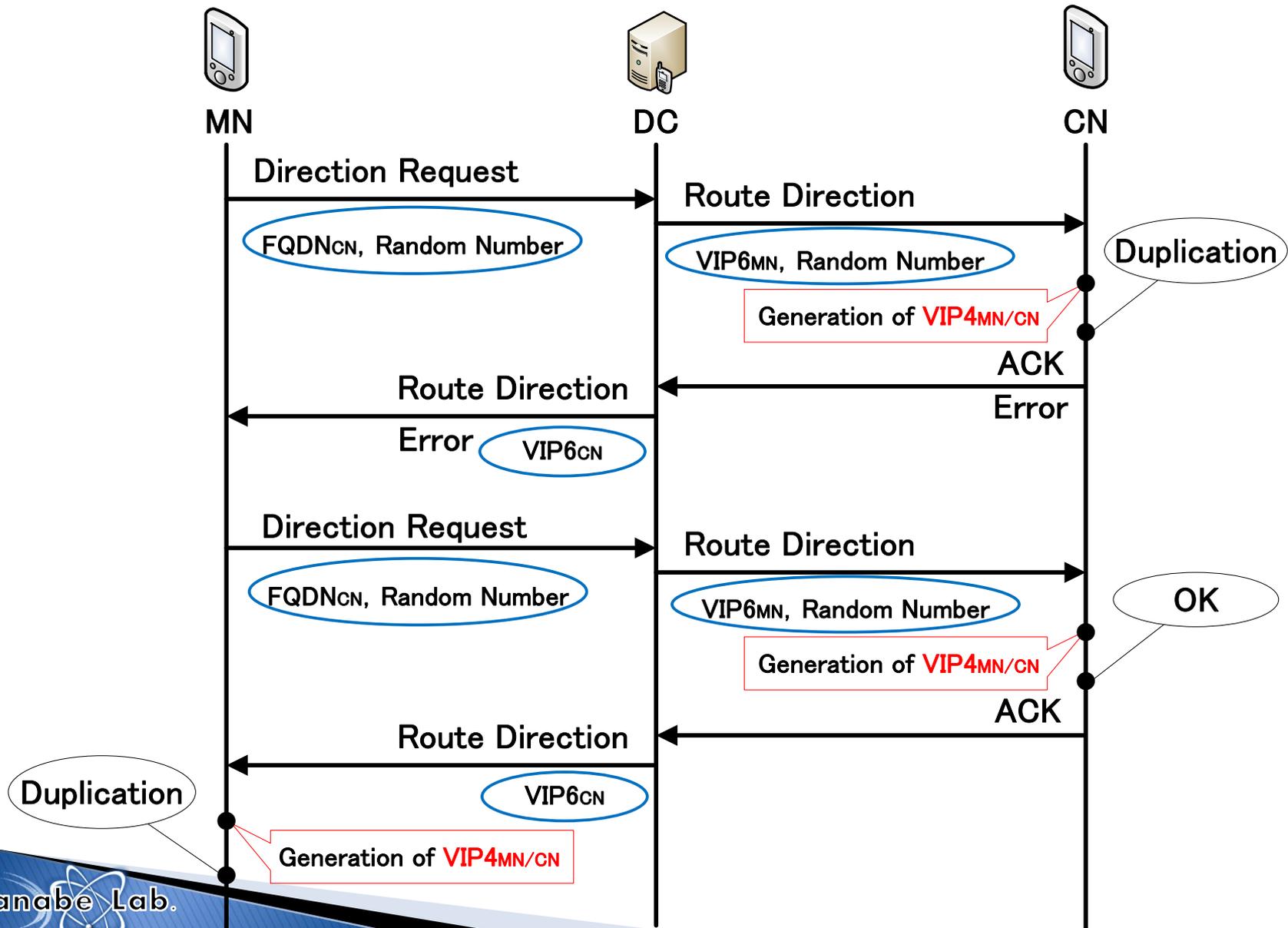
# 通信シーケンス - 端末起動時 -



# 通信シーケンス - 通信開始時 -



# エラー時を含む通信シーケンス - 通信開始時 -



- ▶ 仮想IPv4アドレス生成方式の検討
  - エンドエンドでアドレス変換をしない
  - 仮想IPv4アドレスが重複しない
  - SIP通信を含む全てのIPv4アプリが利用可能
  
- ▶ 今後の予定
  - 検討方式の実装