

NTMobile を用いた直接通信と携帯網の切り替え方式の提案

123430022 鈴木 一弘
渡邊研究室

1. はじめに

無線 LAN におけるアドホックモードはインフラがない環境において、端末間で直接通信ができる手段として有用である。しかし、端末が移動しながらアドホックモードで通信する場合、端末の距離が離れると電波が届かなくなり、通信が途切れてしまうなど、常に安定した通信は困難である。一方、すでにインフラが整備された携帯網は、いつでもどこでも通信が可能であるが、通信帯域が狭いため高トラフィックに対応できない。そのため、移動通信において端末が近距離の場合はアドホックモードを利用し、アドホックモードによる通信が困難な場面では携帯網に切り替えて通信できると有用である。しかし、現在の IP ネットワークでは、通信中にネットワークを切り替えると、IP アドレスが変化することにより、通信が一度途切れてしまう。

我々は、NAT 越えと移動透過性を同時に実現する NT-Mobile (Network Traversal with Mobility) を提案している [1, 2]。本稿では NTMobile を用いて無線 LAN のアドホックモードと携帯網の間をパケットロスなく切り替える方式を提案する。この方式は車車間通信などに利用できる。

2. NTMobile

2.1 NTMobile の概要

NTMobile は仮想 IP アドレスとトンネル通信を用いた技術である。NAT 越えと移動透過性の機能を有する NTM 端末、NTM 端末のネットワーク位置情報の管理や通信経路生成の指示を行うとともに DNS の機能を包含する DC (Direction Coordinator) を導入する。DC はグローバルネットワークに配置する。NTM 端末には DC から仮想 IP アドレスが割り当てられ、端末の識別子として利用される。NTMobile では通信開始時に UDP トンネル経路を構築する。MN と CN は仮想 IP アドレスによる全てのパケットを、実 IP アドレスでカプセル化する。端末がネットワー

クを切り替えても実 IP アドレスのみが変化するため IP アドレスの変化を上位アプリケーションに対して隠ぺいすることができる。

2.2 事前登録処理

NTM 端末は DC に対し、実 IP アドレスなど端末情報を登録する。DC は端末情報を登録するとともに NTM 端末に対して仮想 IP アドレスを割り当てる。

2.3 通信開始シーケンス

図 1 に NTMobile における通信開始時のシーケンスを示す。NAT 配下に接続する MN から、グローバルネットワークに接続する CN への通信開始時の処理について説明する。MN はアプリケーションの DNS クエリを検出すると自身を管理する DC_{MN} に対して CN の情報を問い合わせるとともに経路指示要求を行う NTM Direction Request を送信する。DC_{MN} は DNS や DC_{CN} と DNS クエリや、独自のメッセージ NTM Information Request/Response をやり取りすることで CN の情報を取得する。DC_{MN} は取得した MN と CN の情報を元に生成すべき経路を判断し、NTM Route Direction により MN と CN に経路生成指示を行う。MN と CN は DC_{MN} の指示に従って NTM Tunnel Request/Response をやり取りすることで実 IP アドレスによる UDP トンネル経路を生成する。

2.4 ハンドオーバー時の処理

MN が異なるネットワークに切り替わると、MN は新しいアドレス情報を DC_{MN} に再登録する。その後、通信開始時と同様のシーケンスが機能し、新しいトンネル経路が構築される。

2.5 課題

現状の NTMobile は、グローバルネットワーク上に配置された DC の指示に従って通信経路の生成を行うため、

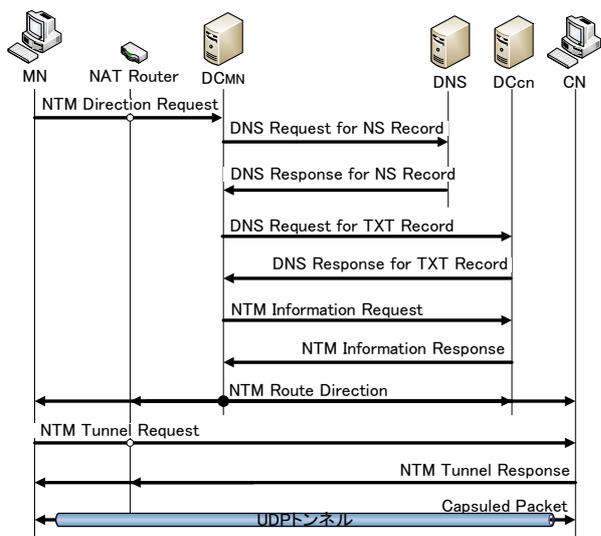


図 1: NTMobile の通信開始シーケンス

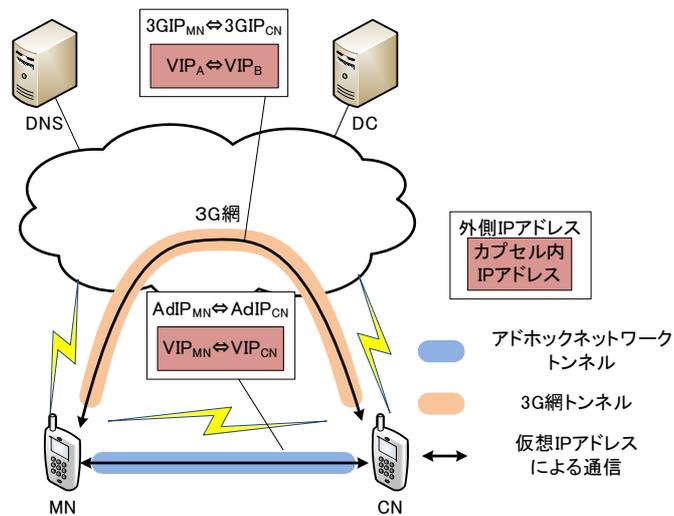


図 2: 提案方式の概要

NTM 端末が直接通信を行うような場合、このまま利用することはできない。

3. 提案方式

3.1 提案方式の概要

図 2 に提案方式の概要を示す。無線 LAN と携帯網（以下 3G）の両インタフェースを持つスマートフォン前庭とする。3G 側で NTMobile の機能によりトンネルを構築し、無線 LAN 側では独自にトンネル構築を行う。2 つのトンネルを維持したまま、無線 LAN の電波強度に応じて経路を切り替えながら通信を行う。

3.2 通信の開始

事前に 3G 側で自身のアドレス情報（3GIP）などの登録処理を済ませ、仮想 IP アドレスを取得しているものとする。このとき、無線 LAN 側では AutoIP を利用して一意の実 IP アドレス（AdIP）を生成しておく。MN から CN へ通信を開始する場合、3G 側では NTMobile の機能により CN の 3G 側実 IP アドレス及び仮想 IP アドレスを取得し、トンネル経路を構築する。無線 LAN 側では端末同士がマルチキャストで名前解決を行うことができるマルチキャスト DNS（MDNS）を利用して問い合わせを行う。名前解決ができない場合、解決ができるまで定期的に問い合わせを行う。MDNS により端末 B の無線 LAN 側実 IP アドレスを取得するとアドホックモード特有の UDP トンネル経路を構築する。

3.3 ハンドオーバー

通信中は無線 LAN 側のパケットの受信信号強度をもとに無線 LAN の電波強度を常時測定し、電波強度が一定値以上であれば無線 LAN のトンネル経路、一定値未満であれば 3G のトンネル経路を選択して通信を行う。

図 3 にハンドオーバー時のシーケンスを示す。アドホックモードのトンネル経路で通信を行っている時、端末の移動などにより電波強度が閾値を下回ると、3G 網を利用してトンネル切り替え指示／応答のメッセージをやり取りし、3G のトンネル経路での通信に切り替える。次に 3G のトンネル経路での通信を行っている時、電波強度が閾値を上回るとアドホックモードを利用してトンネル切り替え指示／応答のメッセージをやり取りし、アドホックモードのトンネル経路での通信に切り替える。

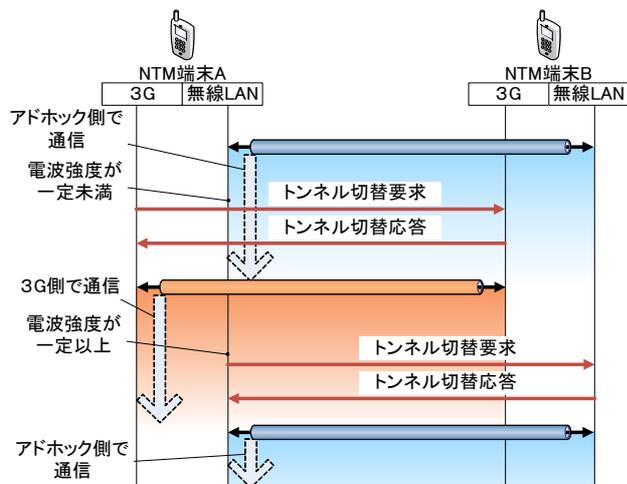


図 3: ハンドオーバー時の処理

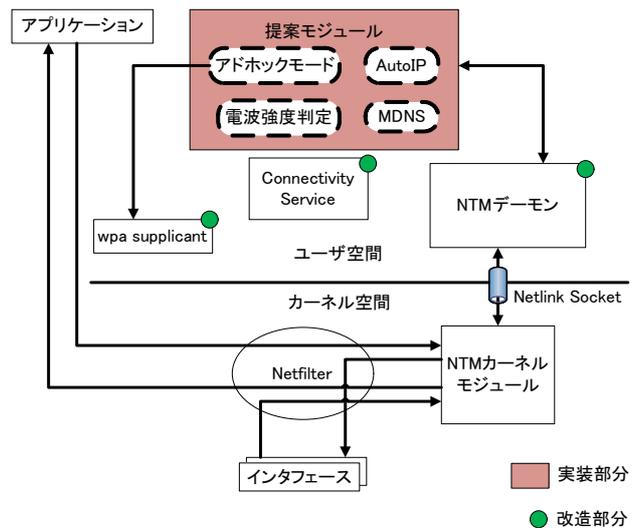


図 4: 実装の構成

3.4 提案方式の利点

アドホックモードと携帯網を組み合わせることにより両者の利点をあわせ持つシステムを実現した。移動通信における端末間直接通信に対して、NTMobile の適用を可能にした。NTMobile によって両ネットワークを切り替えた時においても IP アドレスの変化を隠蔽し、通信の継続性が確保した。

4. 実装

提案方式を Android 端末に実装する。図 4 に Android における提案方式を実現する実装の構成を示す。NTMobile はカプセル化などを行うカーネルモジュール、制御メッセージを交換する NTM デーモン、トンネルテーブルおよび仮想インタフェースからなる。

提案方式の実現のため、無線 LAN 接続の設定を行う wpa supplicant を書き換えてアドホックモードを可能にさせ、NTM デーモンは MDNS 名前解決後にトンネル構築メッセージを出せるように改造する。また、WiFi と 3G を同時に動作させるため ConnectivityService を改造する。

さらに、AutoIP 機能や無線 LAN の電波強度の判定、無線 LAN をアドホックモードとして使用する機能はアプリケーションとして実装する。

5. まとめ

本稿では、NTMobile を用いて直接通信と携帯網を切り替える方式を提案した。今後は実装を行い、性能の評価を行っていく。

参考文献

- [1] 鈴木秀和, 上酔尾一真, 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).
- [2] 内藤克浩, 上酔尾一真, 西尾拓也, 水谷智大, 鈴木秀和, 渡邊 晃, 森香津夫, 小林英雄: NTMobile における移動透過性の実現と実装, 情報処理学会論文誌, Vol. 54, No. 1, pp. 380-393 (2013).

■ ■ NTMobileを用いた直接通信と 携帯網の切り替え方式の提案 ■ ■

理工学研究科 情報工学専攻
渡邊研究室

123430022 鈴木 一弘

研究背景

- ネットワークの多様化
 - 携帯網, 無線LANなど
- スマートフォンの普及
- ユーザの要求
 - 接続性の確保
 - 移動通信
 - 高速化, 安定化
- キャリアの要求
 - トラフィック迂回

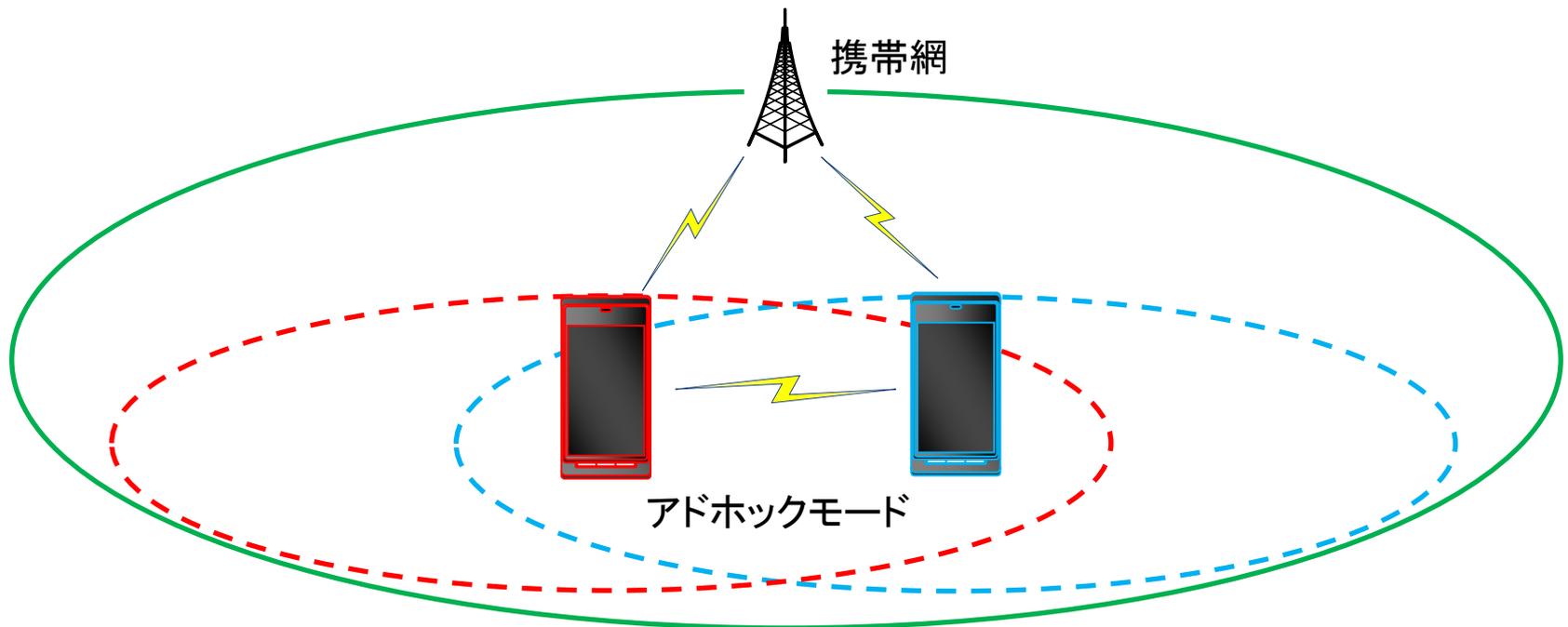
移動通信方式の比較

- 直接通信
 - 無線LANアドホックモードにより, 端末が直接通信を行う
- 携帯網通信
 - 携帯網を用いた通信

通信方式	インフラ	通信帯域	通信可能範囲
直接通信	不要	広い	電波が届く範囲のみ
携帯網通信	整備済み	狭い	カバーエリア全体

研究目的

- アドホックモードによる直接通信と携帯網を電波強度により、切り替えて通信する



解決すべき課題

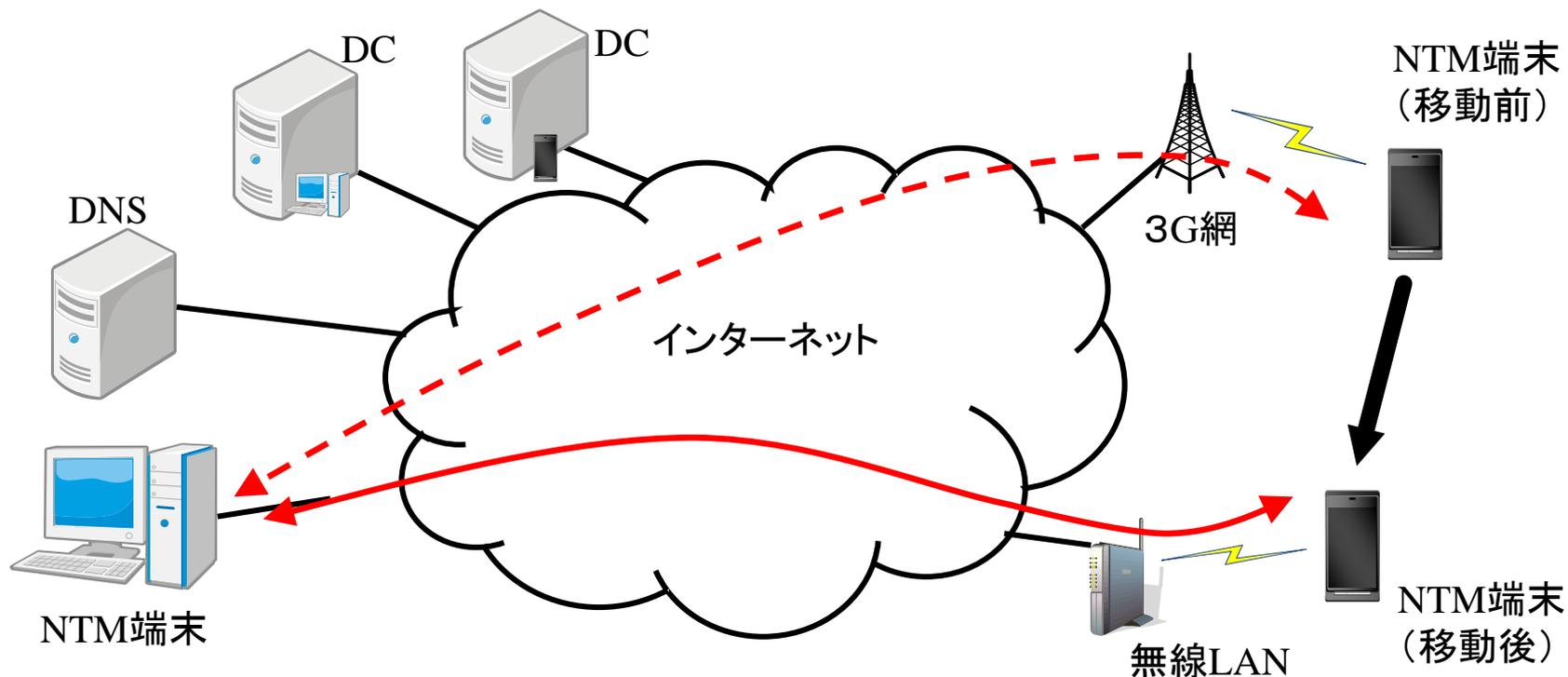
- IPネットワークではネットワークを切り替えると通信が途切れてしまう
 - 移動透過性技術の必要性
- ⇒NTMobileにより解決



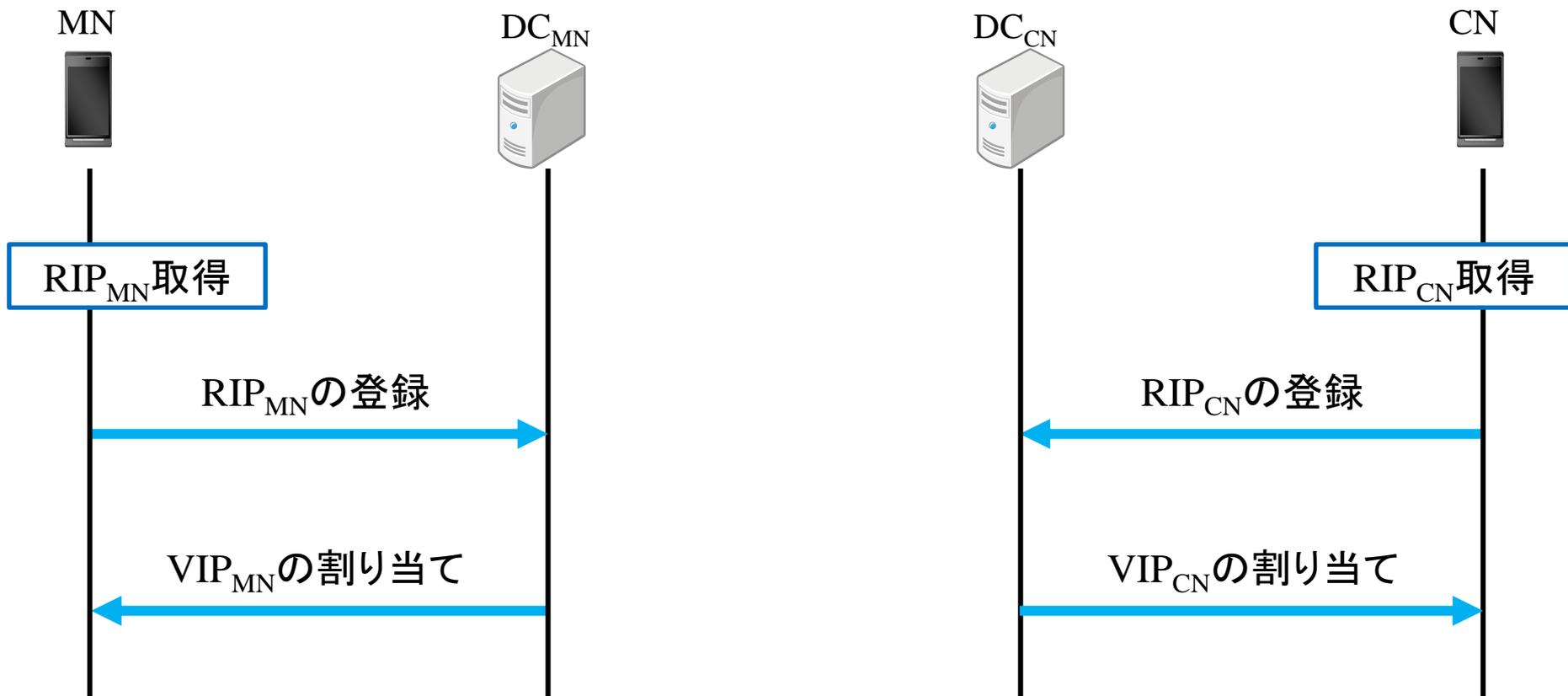
NTMobileはアドホックモードでの使用を想定していないため、このまま使用することが出来ない

NTM Mobileの概要

- 移動透過性を実現する
- DCはNTM端末の管理を行う
- DCからNTM端末に仮想IPアドレス配布
- 通信開始時にトンネル経路を構築
- 上位アプリケーションに対して実IPアドレスの変化を隠蔽

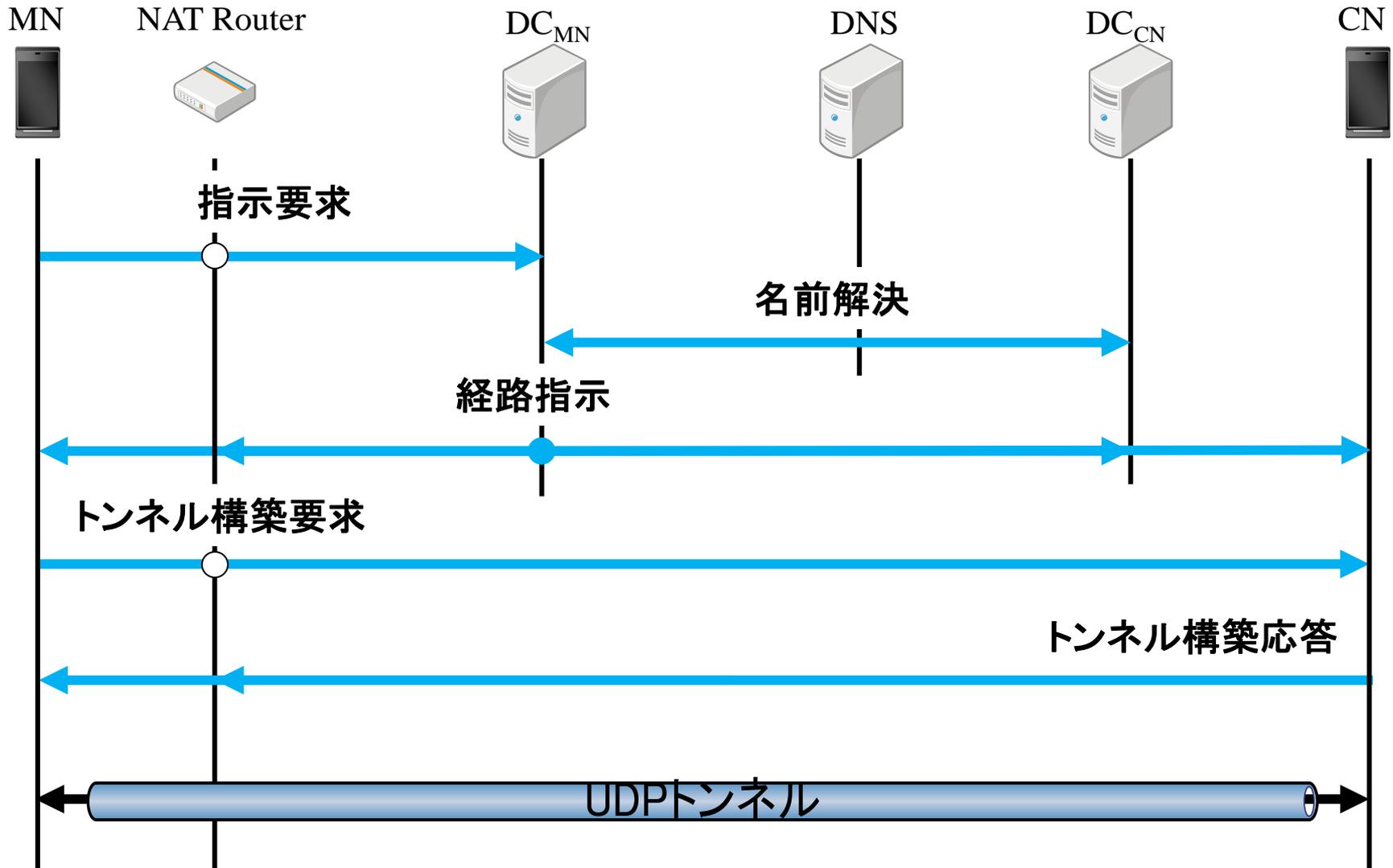


端末起動時の処理



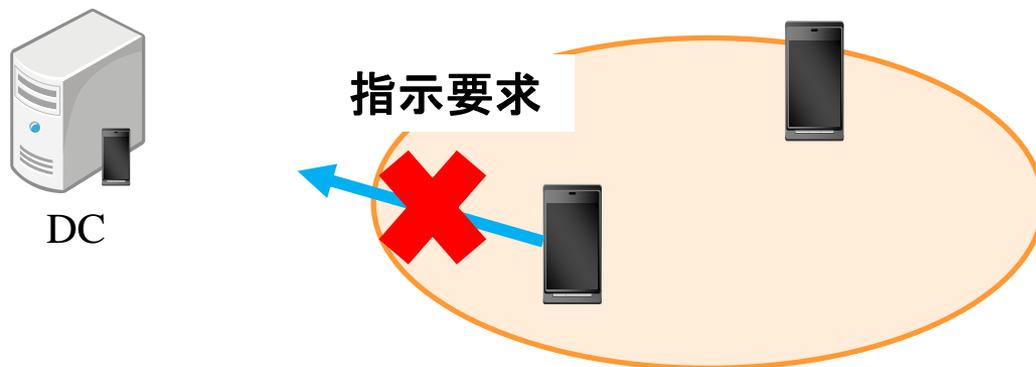
RIP: 実IPアドレス VIP: 仮想IPアドレス

通信経路構築シーケンス



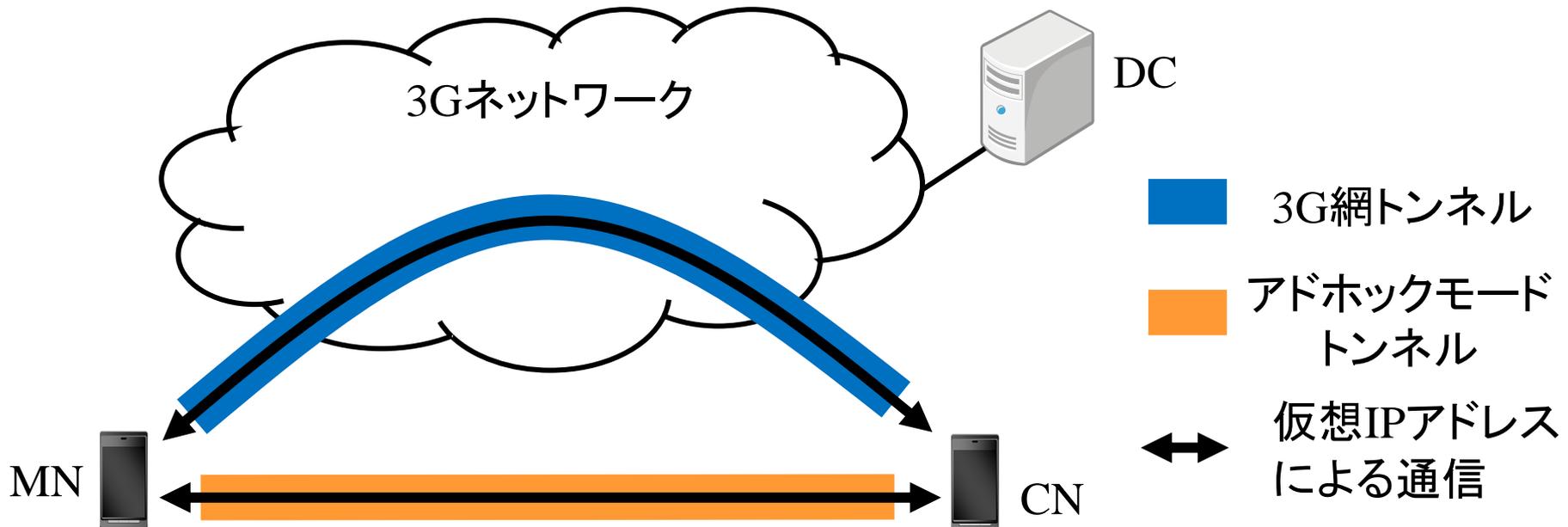
NTMobileの課題

- NTMobileはグローバルネットワークに配置したDCの指示により経路構築を行う
- このままアドホックモードによる通信へ適用できない
- 提案方式への適用には機能の拡張が必要



提案方式の概要

- NTMobileを用いてアドホックモードによる直接通信と携帯網を切り替えて通信を行う
- 通信開始時に直接通信と携帯網それぞれにトンネル経路を構築
- 通信中は無線LANの電波強度によって切り替える

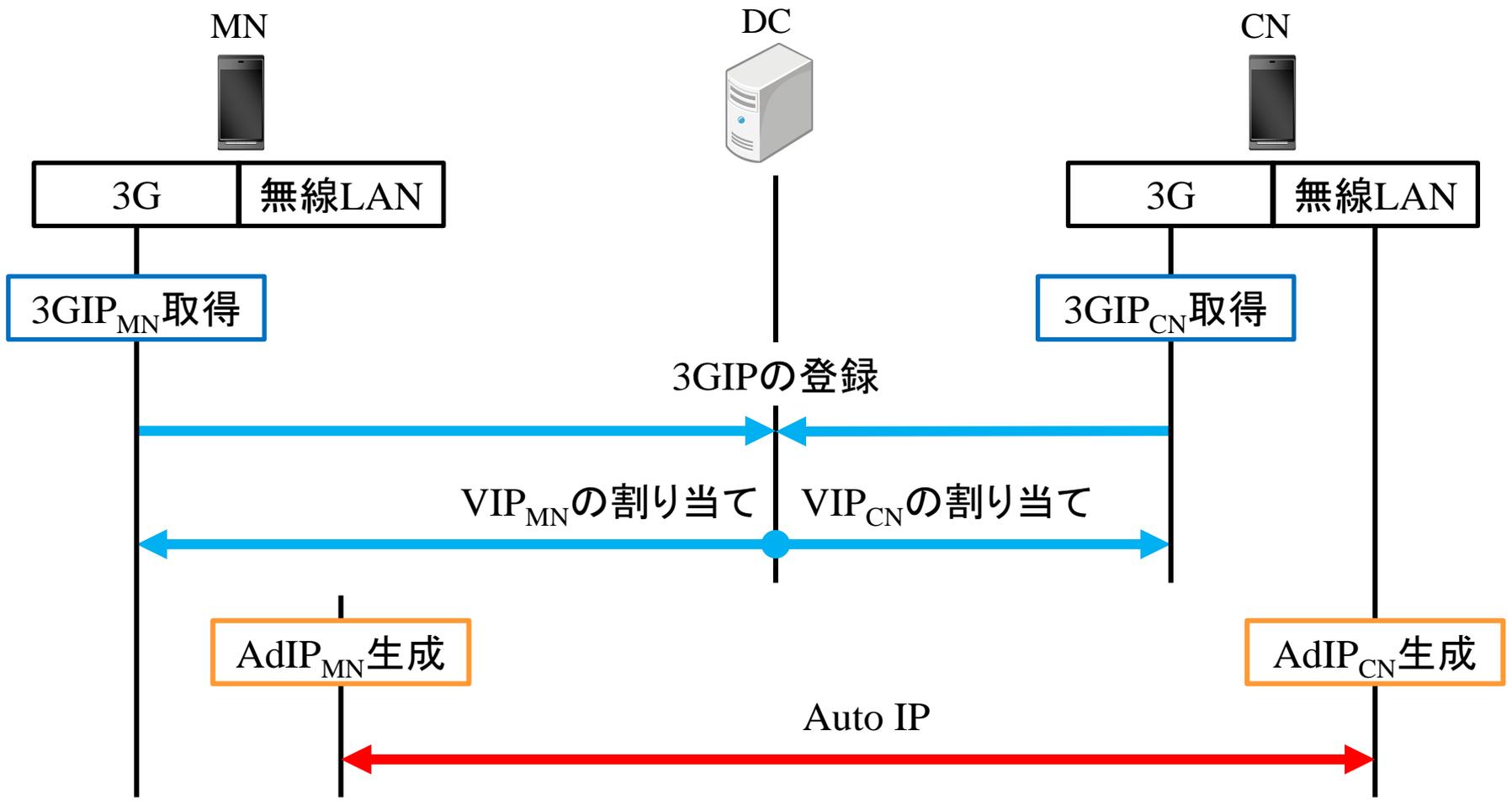


利用する既存技術

- Auto IP
 - DHCPサーバ無しに端末がIPアドレスを生成
 - リンクローカルアドレス(169.254.0.0/16)を利用
 - ARPによって衝突を確認
 - RFC 3927
- MDNS (Multicast DNS)
 - DNSサーバ無しに端末同士で名前解決を行う
 - DNSクエリをマルチキャストで行う

端末起動時の処理

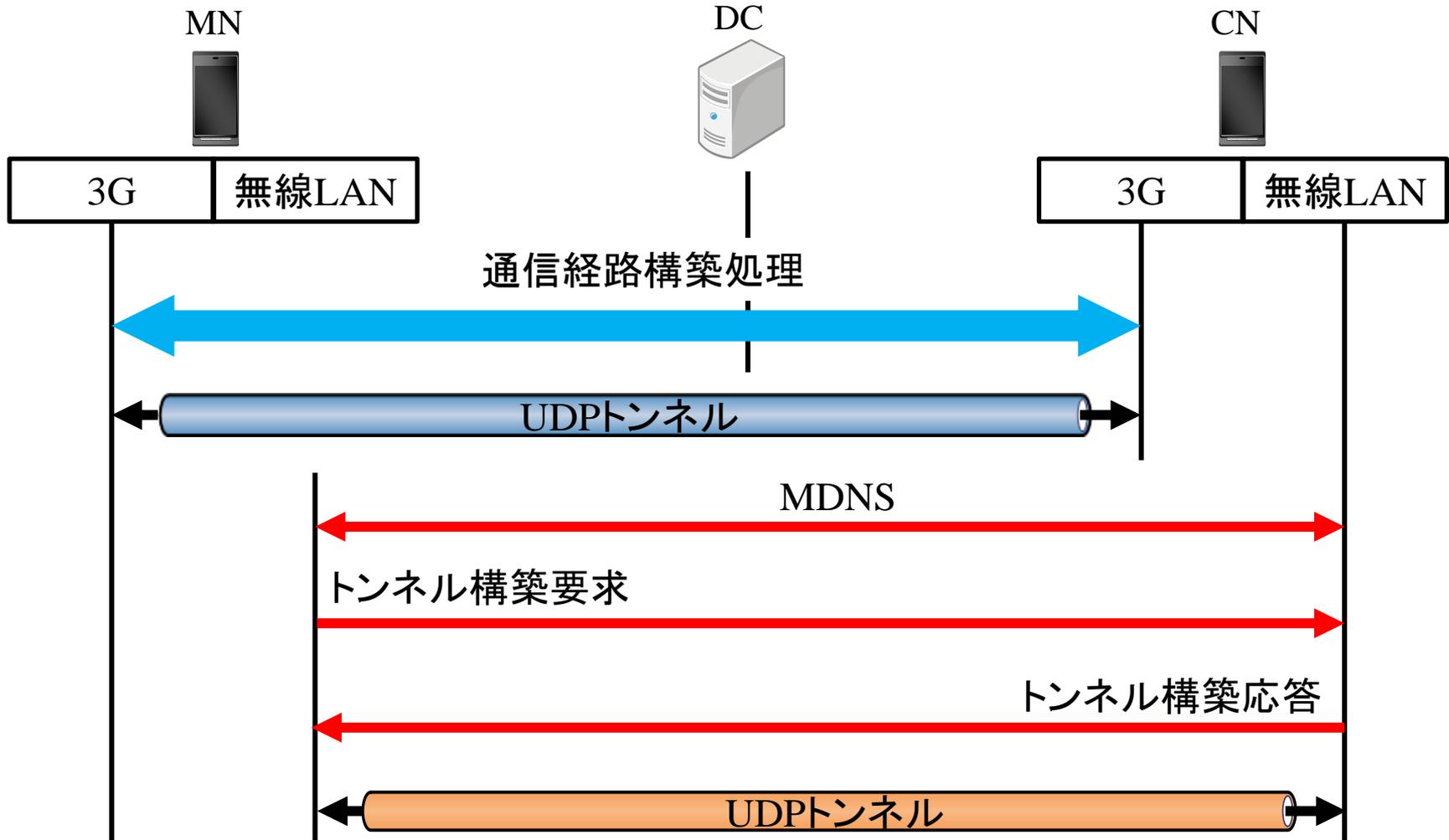
↔ NTMobileの処理
 ↔ 提案方式の処理



3GIP: 携帯網通信用実IPアドレス AdIP: アドホックモード用実IPアドレス

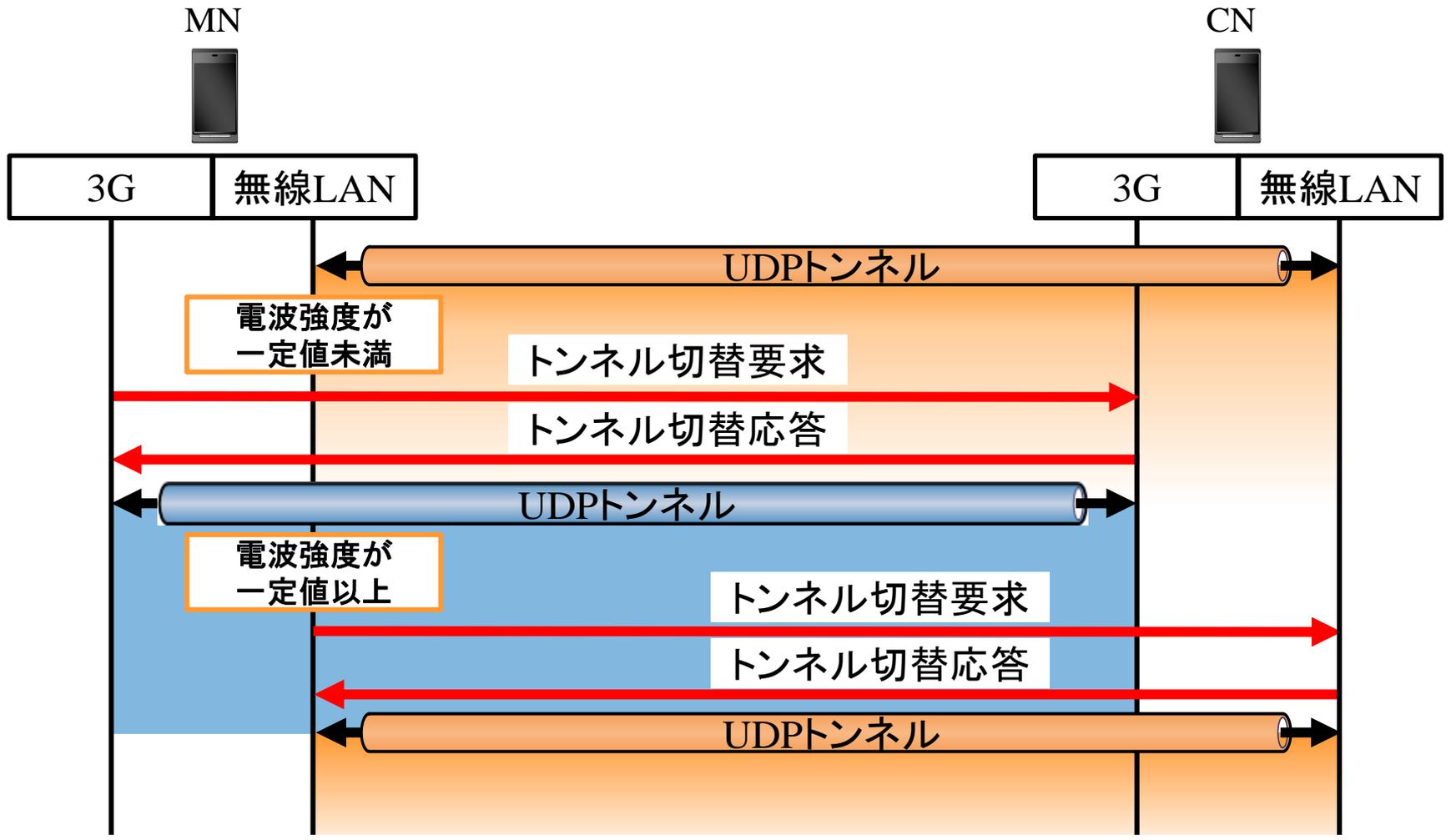
通信経路構築シーケンス

↔ NTMobileの処理
↔ 提案方式の処理



ハンドオーバー

↔ NTMobileの処理
↔ 提案方式の処理

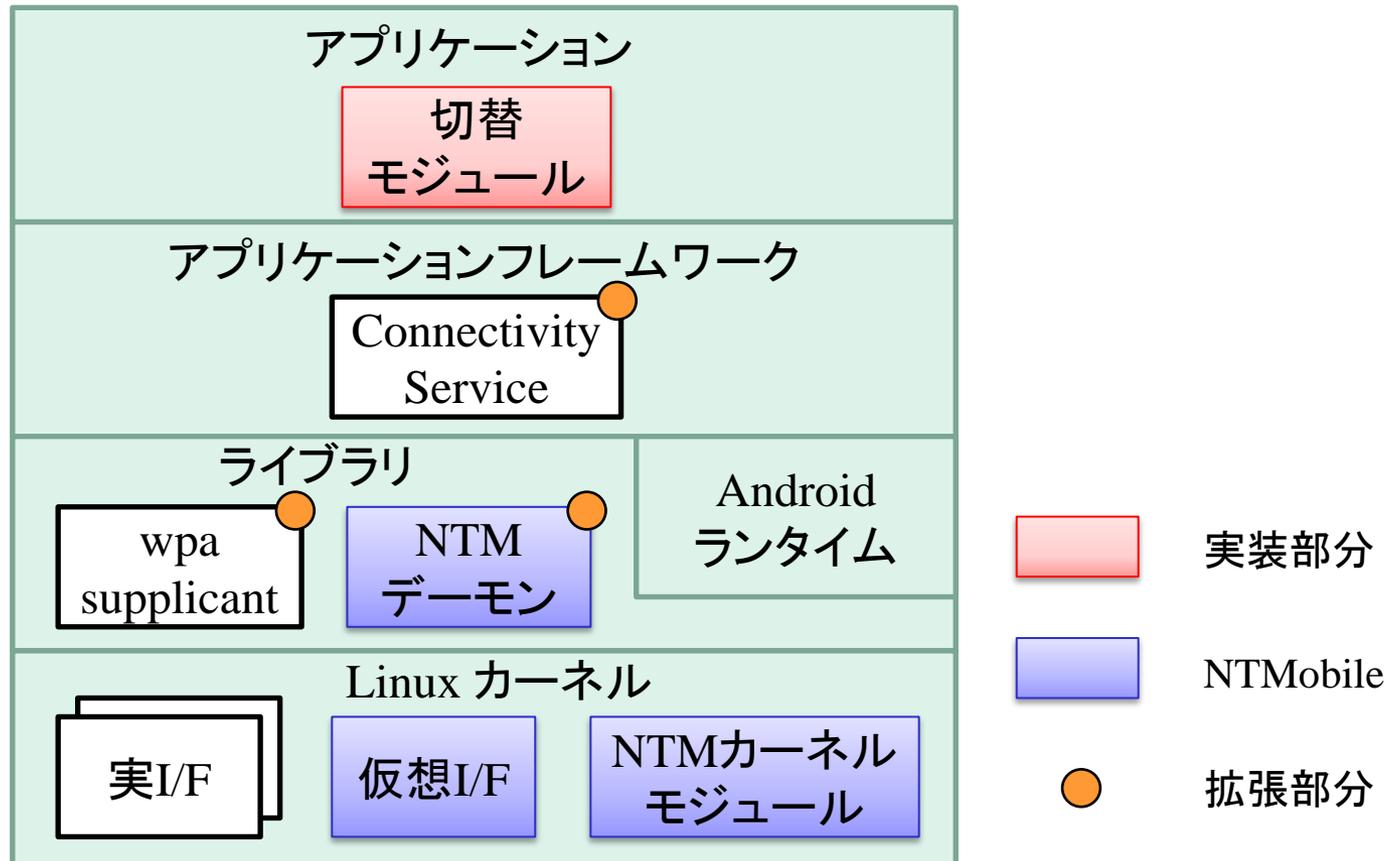


提案方式の利点

- アドホックモードと携帯網の利点を生かした通信を実現する
- 移動通信における端末間直接通信に対してNTMobileの適用を可能にする
- 3G網に流れるトラフィックを低減
- アドホックモードによりスループットが高くなる

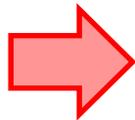
提案方式のモジュール構成

- Androidに実装



Connectivity Serviceの拡張

- 提案方式は2つの経路を維持する
- Androidは通常、無線LAN接続時には3Gインタフェースを使用できない
- Connectivity Service
 - Android端末のネットワーク接続の管理を行う

 Connectivity Serviceを改造して、無線LAN接続時でも3Gインタフェースを使用可能にする

wpa supplicantの拡張

- 提案方式では無線LANをアドホックモードで使用
- Androidは通常、アドホックモードを使用できない
- wpa supplicant
 - WPAを無線LANクライアントに提供するツール
- wpa supplicantを書き換えることでアドホックモードを使用可能にする

NTMデーモンの拡張

- 提案方式はアドホックモード側でMDNS完了後にトンネル構築メッセージをやりとりする
- NTMデーモン
 - NTM Mobileのユーザ空間の実装
 - アドレスの確認や制御メッセージを扱う
- 端末側の判断でトンネル構築メッセージを送信できるように改造する

まとめ

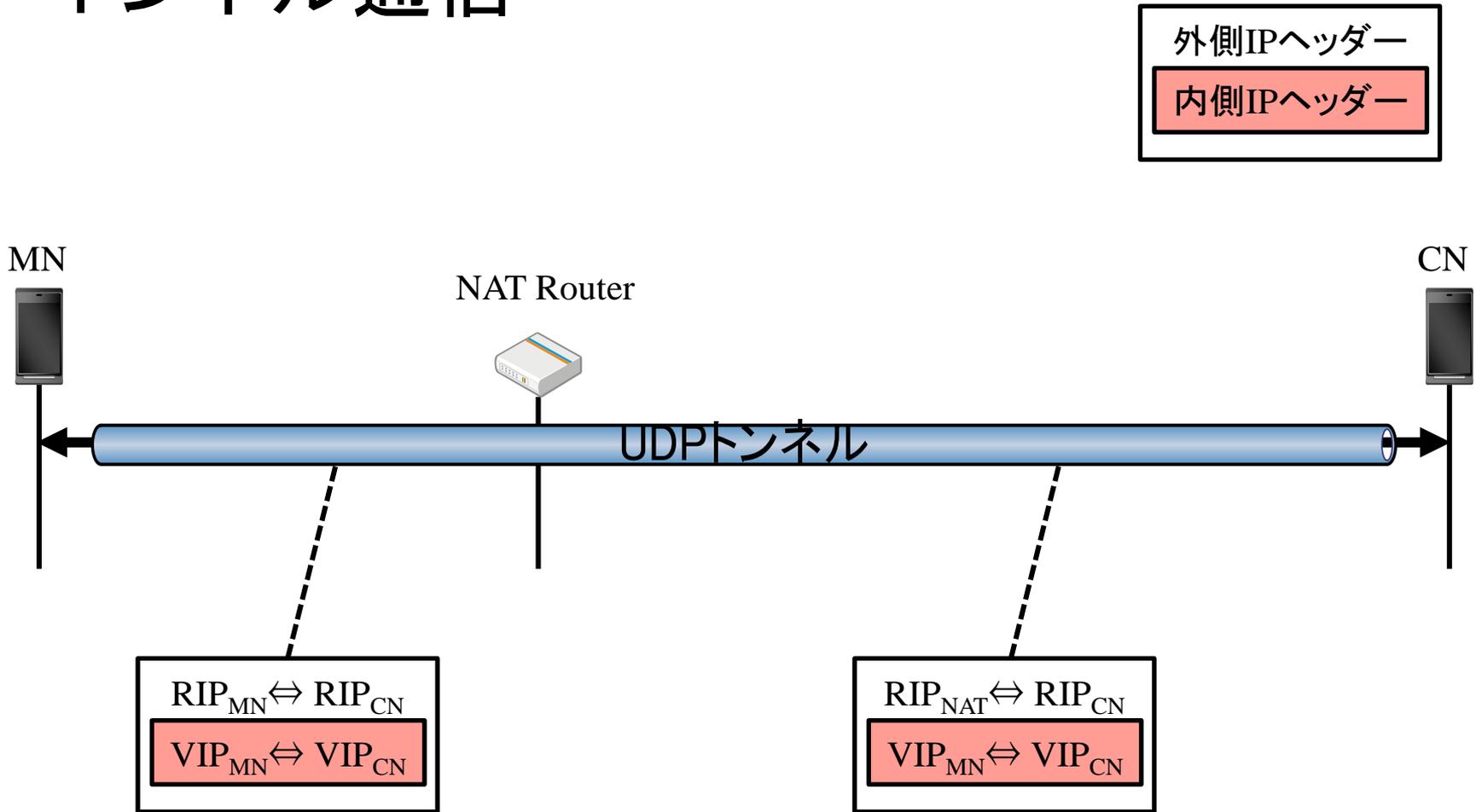
- NTMobileを用いてアドホックモードによる通信と携帯網をシームレスに切り替える方式を提案
- 無線LANの電波強度に応じて経路を切り替えることで、通信状態の良いネットワークの選択が可能
- 今後は実装を行い、動作確認と有効性の確認を行う

参考文献

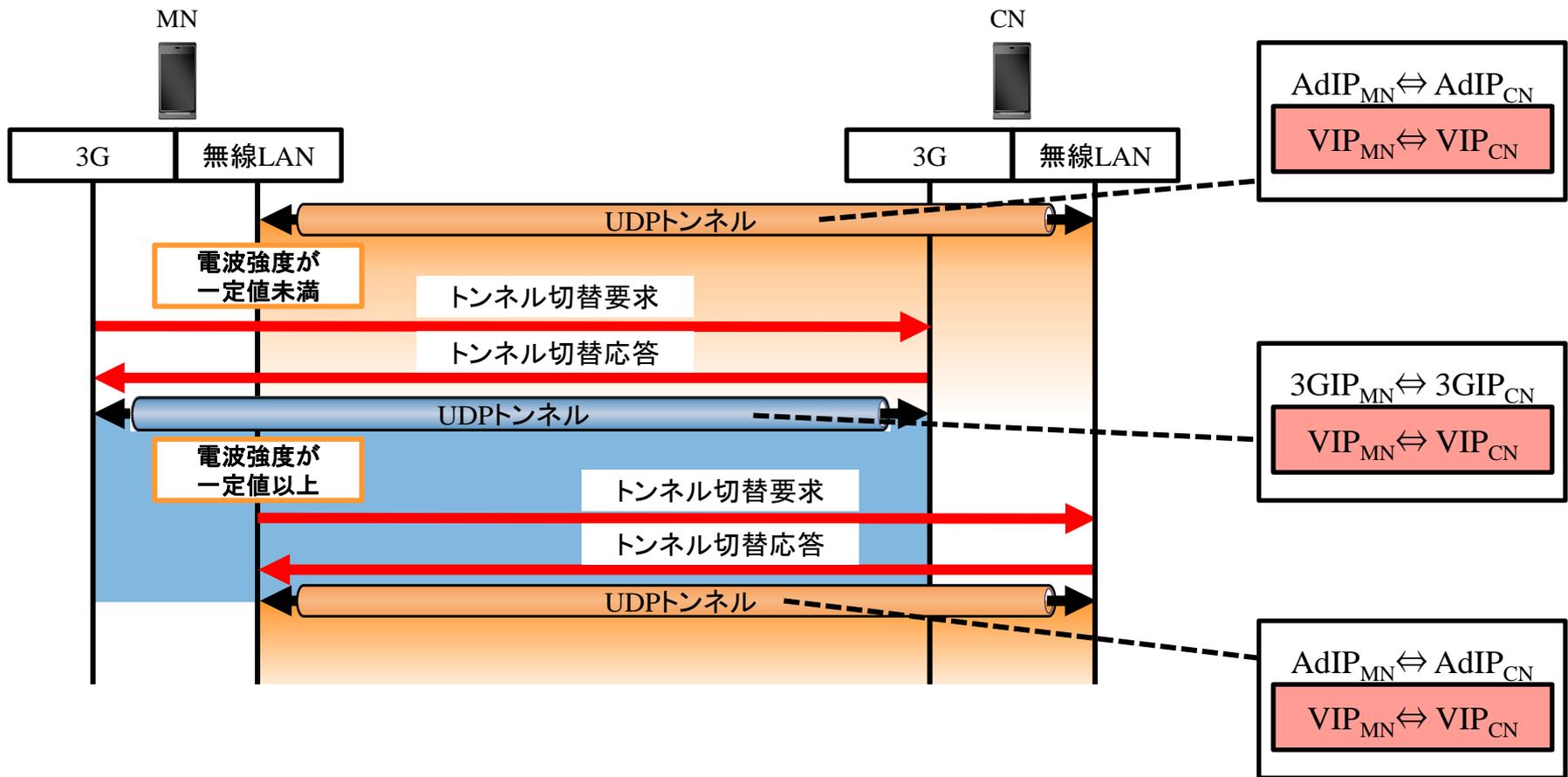
- NTMobile
 - 鈴木秀和, 上酔尾一真, 水谷智大, 西尾拓也, 内藤克浩, 渡邊晃:NTMobileにおける通信接続性の確立手法と実装, 情報処理学会論文誌, Vol. 54, No. 1, pp. 367—379 (2013).
 - 内藤克浩, 上酔尾一真, 西尾拓也, 水谷智大, 鈴木秀和, 渡邊晃, 森香津夫, 小林英雄:NTMobileにおける移動透過性の実現と実装, 情報処理学会論文誌, Vol. 54, No. 1, pp.380—393 (2013).
- Auto IP
 - Stuart Cheshire. Dynamic Configuration of IPv4 Link-Local Addresses. RFC 3927, 7 2001.
- MDNS
 - <http://www.multicastdns.org/> (2014.01.27 アクセス)

ご清聴ありがとうございました

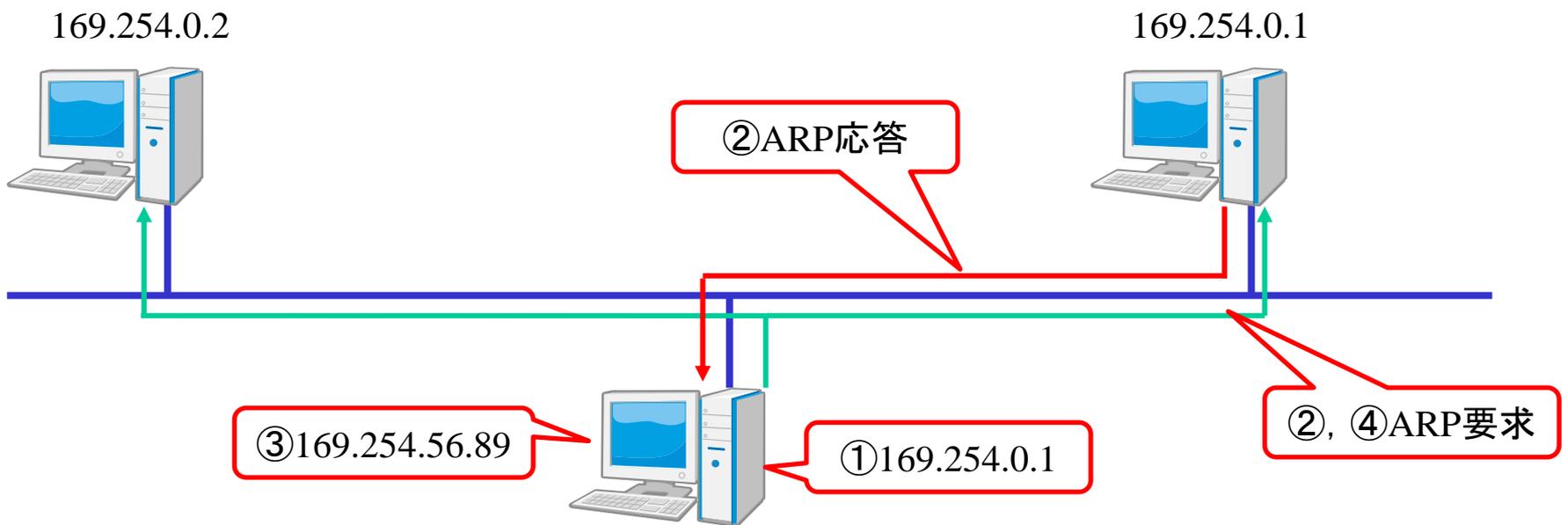
トンネル通信



提案方式ハンドオーバー時のアドレス変化

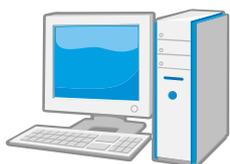


AutoIP



MDNS

ホスト名 : B
IPアドレス 169.254.0.2



②DNS応答
A.localは169.254.0.1
宛先 : 169.254.0.3

ホスト名 : A
IPアドレス 169.254.0.1



③通信相手情報
ホスト名 : A
IPアドレス 169.254.0.1



ホスト名 : C
IPアドレス 169.254.0.3

①DNSクエリ
A.localのIPアドレスは？
宛先 : マルチキャストアドレス