

NTMobileによる無線メッシュネットワーク内通信方式の提案

110430089 新家 悠介
渡邊研究室

1. はじめに

スマートフォンの普及により、ユーザがネットワークを利用する場面が多様化している。中でも災害時のような場面ではスマートフォンを連絡手段として使用することが考えられ、携帯電話網が繋がらなくなった場合でも IP ネットワークで確実に通信を行える無線メッシュネットワークは有用な手段である。

本稿では、通信接続性や移動透過性を実現できる技術として我々が提案している NTMobile(Network Traversal with Mobility)を利用して、無線メッシュネットワークでスマートフォンどうしの通信を行える手法について提案する。

2. NTMobile

NTMobile[1]は、NTMobileを実装したNTM端末、NTM端末の管理及びUDPトンネルの構築指示を行うDC(Direction Coordinator)で構成される。NTM端末はネットワークから取得する実IPアドレスと、DCから割り当てられる仮想IPアドレスを保持する。NTM端末のアプリケーションは仮想IPアドレスで自身および相手を認識する。実際の通信はNTM端末のカーネルにて仮想IPアドレスを実IPアドレスでカプセル化し、NTM端末間で構築したトンネルによって通信を行う。

3. 提案方式

無線化したアクセスポイントをWAP(Wireless Access Point)と呼び、WAPを被災地に適切に配置して無線メッシュネットワークを構築する。NTMobileとルータの機能を付加したWAPをGWAP(Gateway WAP)と呼び、外部IPネットワークとの接続を行う。WAPはインフラストラクチャモードで配下のNTM端末を収容し、アドホックモードでWAPどうしを結合する。なお、NTM端末1はWAP1の、NTM端末2はWAP2の配下であり、GWAP、WAP1、WAP2は互いに電波の届く範囲に設置されているものとする。また、DCは外部ネットワーク上に設置され、DCへの通信はGWAPを経由する。

3.1 起動時の処理

図1に各機器が起動した時の動作シーケンスを示す。GWAPは起動時に自身を管理するDCに対して実アドレス登録処理を行う。DCは登録を行った後、GWAPに仮想IPアドレスを割り当てる。GWAPはAutoIPによりアドホック通信用のIPアドレスを生成する。一方WAPは起動時にAutoIPを行い、アドホック通信用のIPアドレスを生成する。WAPは半固定的に設置されることを想定し、アドホックルーティングプロトコルはProactive型のOLSRを使用する。

NTM端末は起動時に、DHCPの機能により直近のWAPからプライベートIPアドレスとともに、名前解決用のIPアドレス、ゲートウェイのIPアドレス、およびE2E(End to End)フラグを取得する。E2EフラグとはNTM端末どうしが直接通信できることを示すフラグである。NTM端末は起動時に自身を管理するDCにアドレス登録を行う。この時DCはグローバル上にあるため、NTM端末はゲートウェイであるGWAPのアドレス解決を行い、GWAPに向けてARP Requestを送信する。送信元のWAPはこ

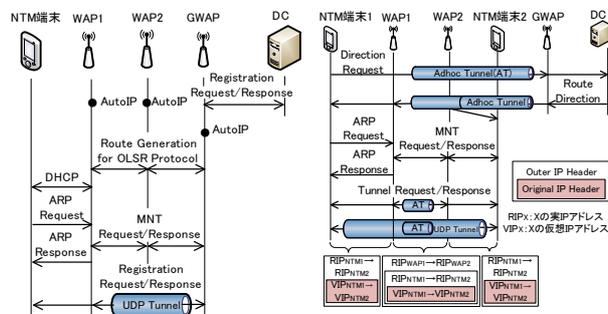


図1: 起動時の処理

図2: 通信開始時の処理

れを受信すると、自身にMNT(Mesh Network Table)を生成するとともに、MNT Requestをフラッディングする。このメッセージを受信した各WAPはMNTを生成する。GWAPはさらにMNT Responseを送信元WAPに送信する。送信元WAPがこれを受信するとGWAPのアドレス情報をMNTに追加し、送信元NTM端末にARP応答を返送する。以降、WAP配下の端末からの通信パケットはWAPのIPアドレスでカプセル化される。ARP応答受信後、NTM端末はDC宛にRegistration Requestを送信する。GWAPはNATの機能を持ち、アドレス変換された後DCに送られる。

3.2 通信開始時の処理

図2にNTM端末1がNTM端末2に通信を行う時の動作シーケンスを示す。NTM端末1はDirection RequestのオプションにE2Eフラグを付加してDC宛に送信する。DCはこれを受信するとNTM端末2の名前解決を行う。この結果、NTM端末1およびNTM端末2の位置関係は同一のGWAP内にいると判断できる。また、E2Eフラグにより直接通信が行えると判断できる。DCはNTM端末1にNTM端末2の、NTM端末2にNTM端末1のアドレス情報を記載したRoute Directionを各々送信する。NTM端末1はこれを受信すると、3.1と同様の方法でNTM端末2のMACアドレス解決を行う。MNTを生成した後、Tunnel Request/Responseを交換し、トンネル経路を生成する。以後は仮想IPアドレスをプライベートIPアドレスでカプセル化したデータの送受信が行われる。WAP1とWAP2間はNTMobileのトンネルとメッシュネットワークのトンネルが二重に生成される。

以上の方法により、NTM端末どうしの通信を確立できる。さらに通信中に移動しても通信が継続される。

4. まとめ

NTMobileによる無線メッシュネットワークの実現に関する検討を行った。今後は実装、評価を行う予定である。

参考文献

- [1] 鈴木, 他: 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による無線メッシュ ネットワーク内通信方式の提案

渡邊研究室

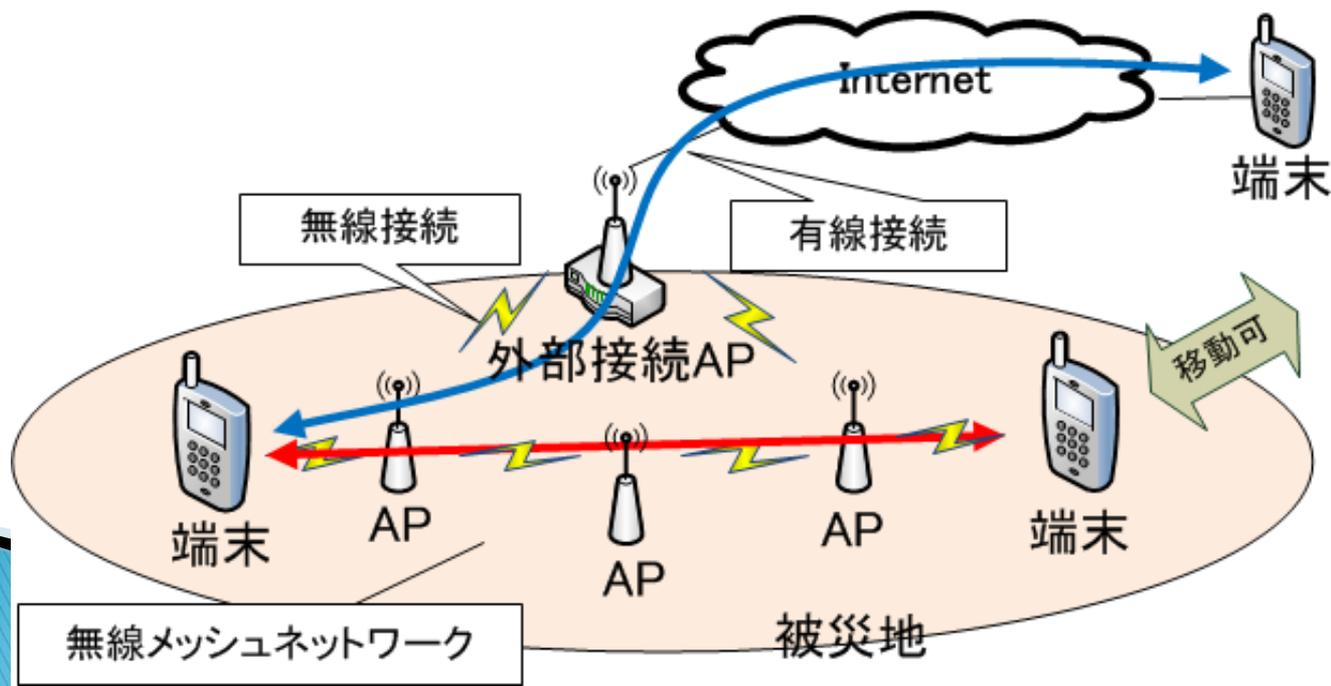
110430089 新家悠介

はじめに

- ▶ 携帯電話網の利用者増加
 - スマートフォンの普及で利用場面の多様化
- ▶ 災害時の通信
 - 携帯電話網の断絶
 - 無線メッシュネットワークでIPネットワークを利用
- ▶ 移動通信に対する要求
 - TCP/IPでは移動によってIPアドレスが変化
 - 通信中にIPアドレスが変わると通信が継続できない
 - 移動透過性が求められる

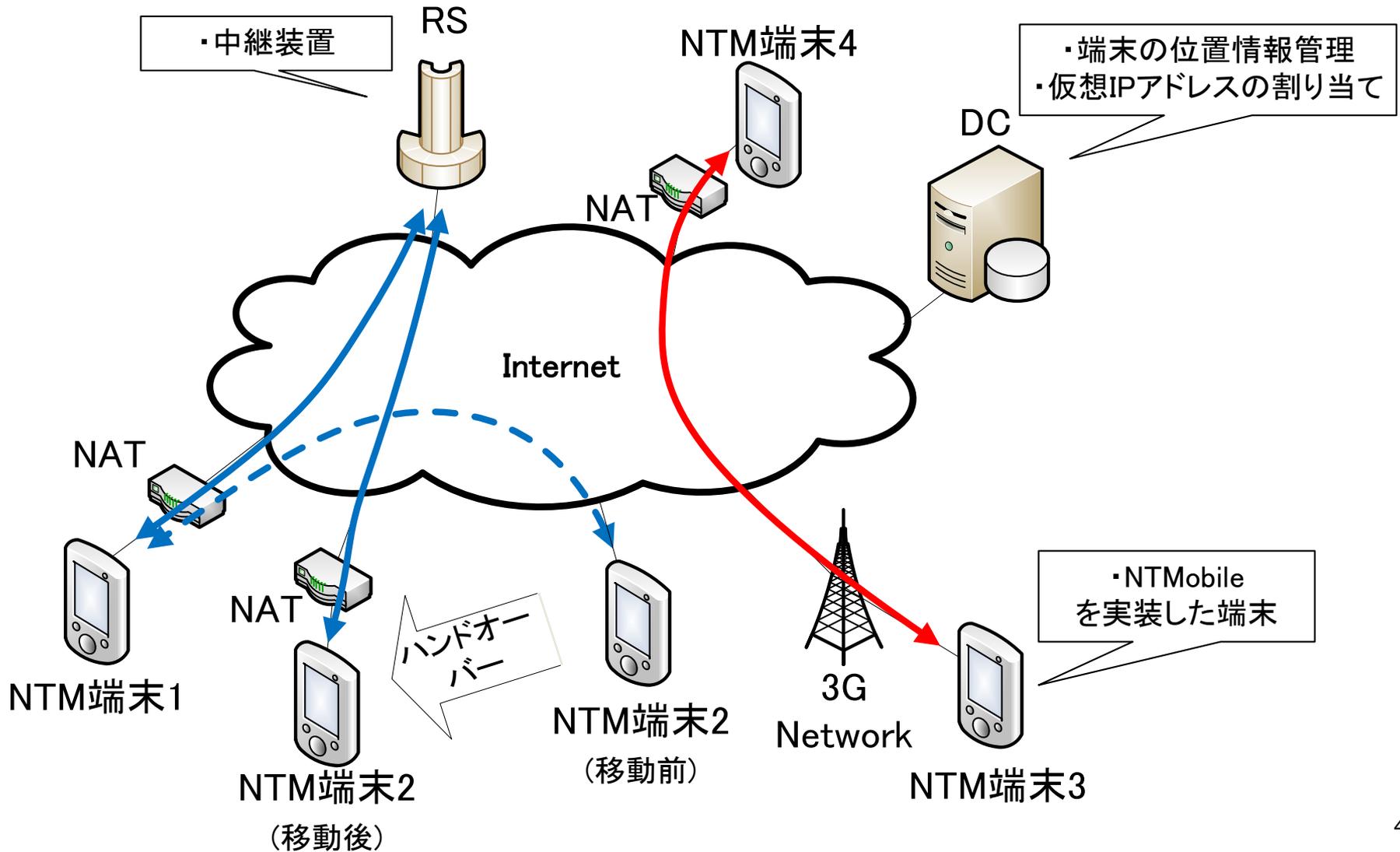
研究目的

- ▶ 災害により通信インフラがなくなる
 - 臨時的にネットワークを構築し回復
- ▶ 実現方法
 - 無線メッシュネットワークを構築
 - NTMobileの機能で通信接続性・移動透過性を実現



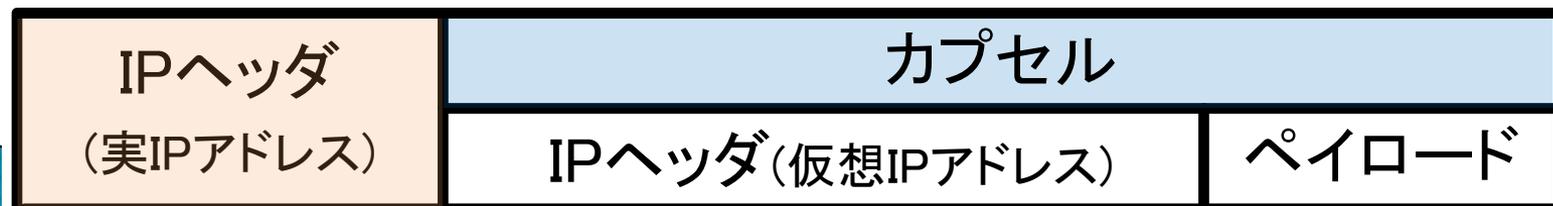
NTMobileの概要

DC: Direction Coordinator
RS: Relay Server



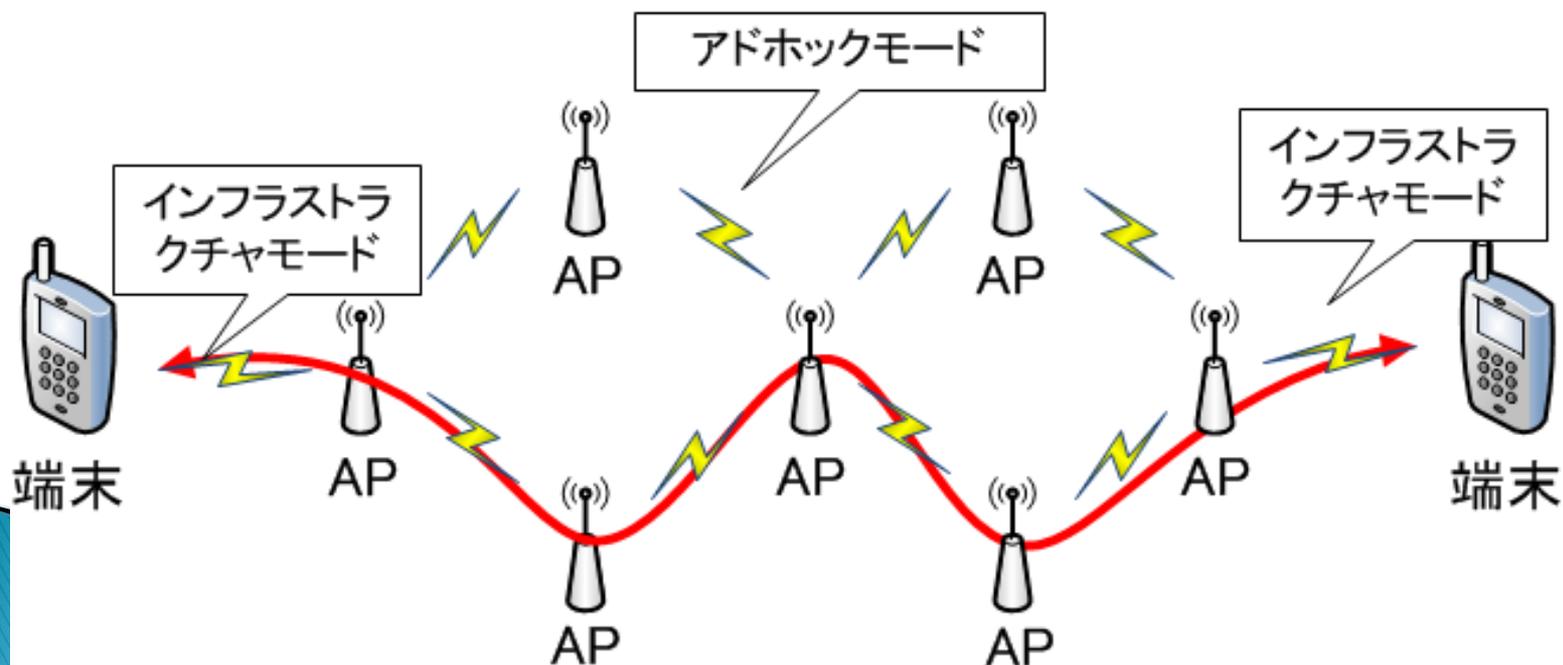
NTMobileの概要

- ▶ NTMobile(Network Traversal with Mobility)
 - 移動透過性とNAT越えを同時に実現
- ▶ 特徴
 - 仮想IPアドレスの導入
 - 端末の移動によって変化しないIPアドレス
 - 移動によるIPアドレスの変化を隠蔽
 - UDPトンネルによるデータの送受信
 - 実IPアドレスで仮想IPアドレスをカプセル化



無線メッシュネットワークの概要

- ▶ インフラが不要なネットワーク
 - 無線APを設置するだけでネットワークを構築
 - 自由に設置可能⇒容易にエリア拡大
 - AP間はアドホックモード⇒パケットはAP間を中継
 - 端末とAPはインフラストラクチャモード(Wi-Fiなど)

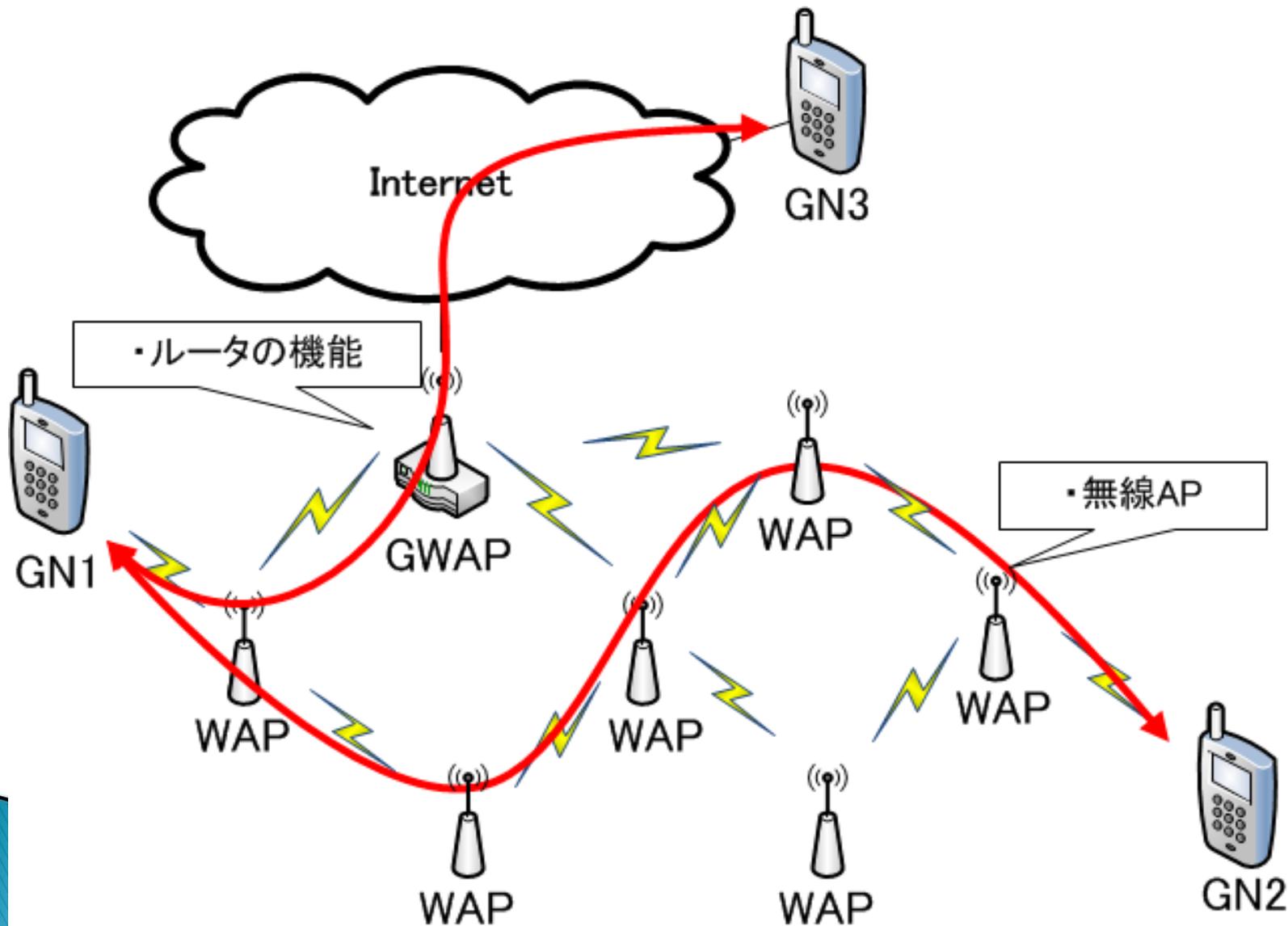


WAPLの概要

GN: General Node

WAP: Wireless Access Point

GWAP: Gateway Wireless Access Point



WAPLの概要

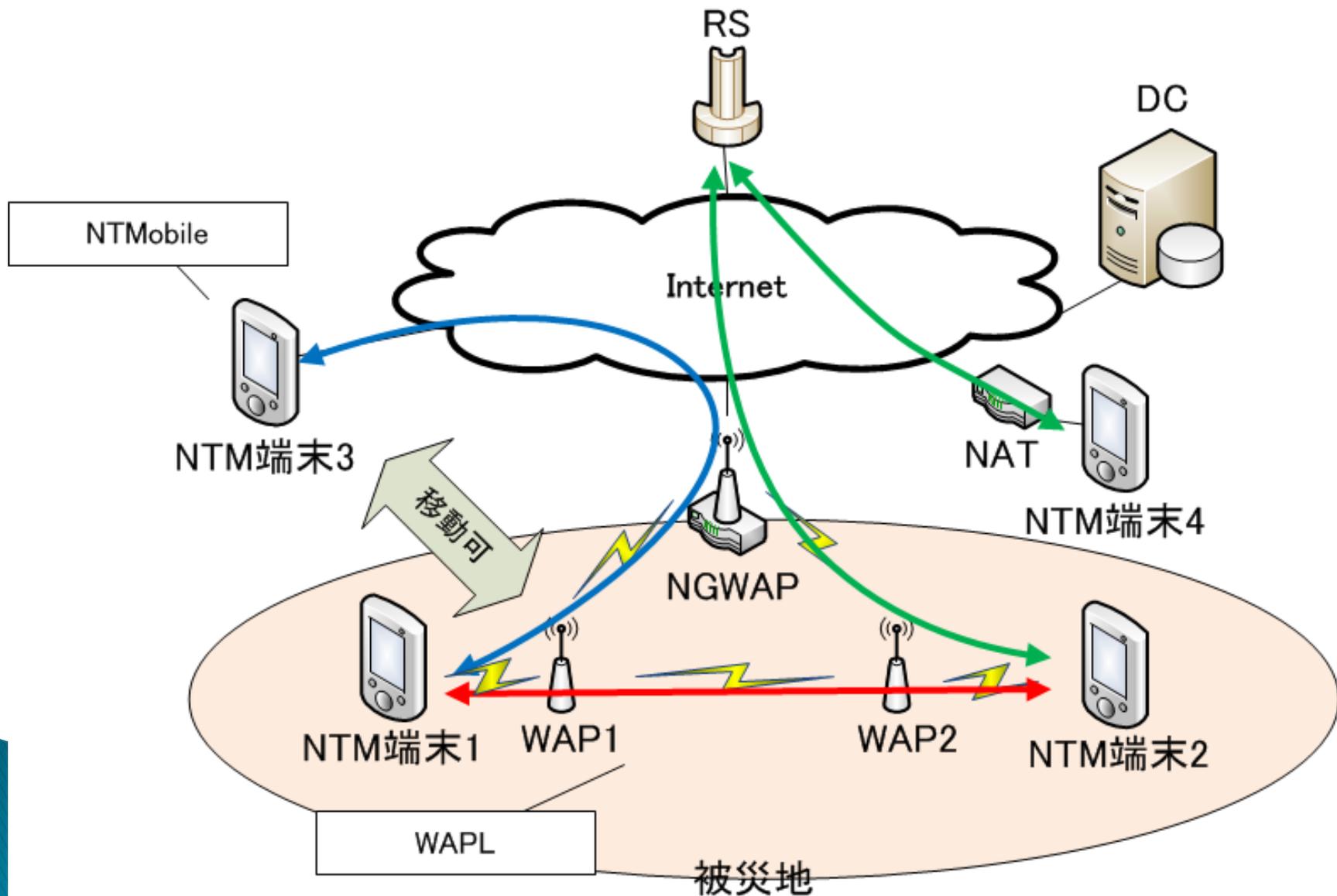
- ▶ WAPL(Wireless Access Point Link)
 - APをWAP(Wireless AP)と呼称
 - ルータの機能付加したWAPをGWAP(Gateway WAP)と呼称
- ▶ 特徴
 - シームレスハンドオーバーを実現
 - パケットロスの無いハンドオーバー
 - WAP間はカプセル化によるトンネル通信
 - WAPはカプセル化/デカプセル化を行う



提案方式

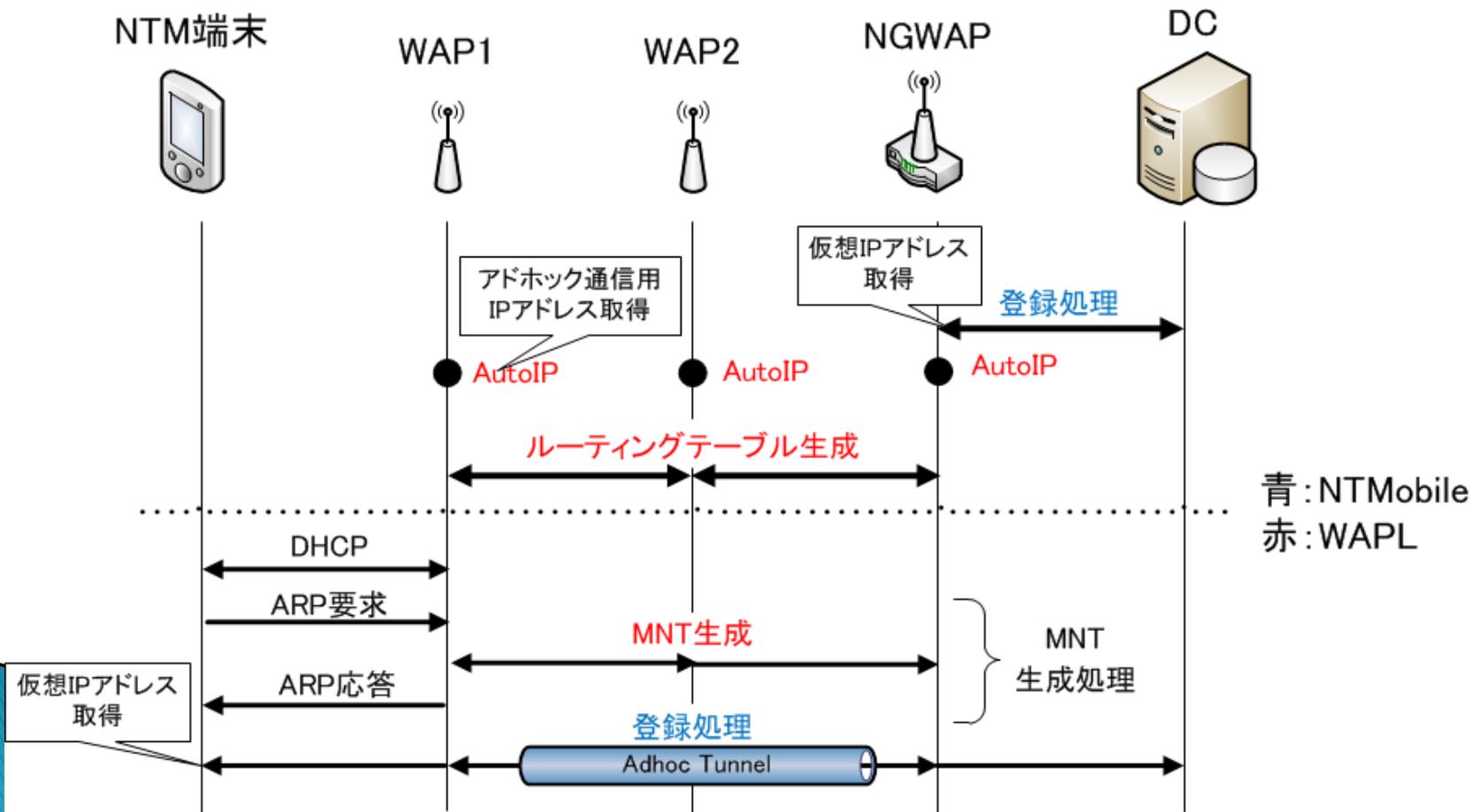
- ▶ WAPLとNTMobileの融合
 - NTMobileとWAPLの特徴を生かしたシステム
 - NTMobile・・・通信接続性、移動透過性
 - WAPL・・・シームレスハンドオーバー
- ▶ WAPLからの変更点
 - GWAPにNTMobileを実装(NGWAP)
 - E2E(End to End)フラグの導入(※後述)

提案方式の概要



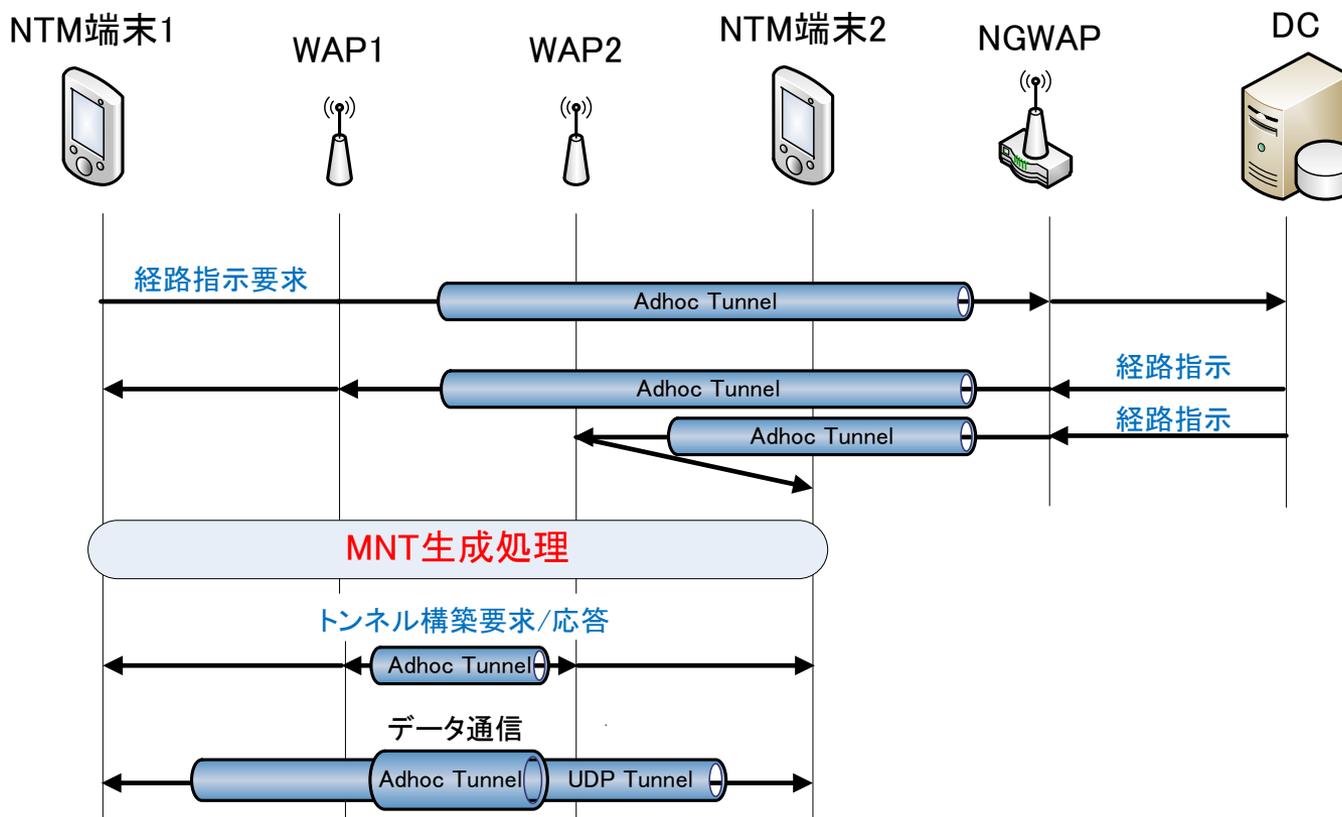
提案方式(起動時の動作)

- ▶ NTM端末はDCから仮想IPアドレスを取得
- ▶ WAPはAutoIPによりアドホック通信用IPアドレスを生成



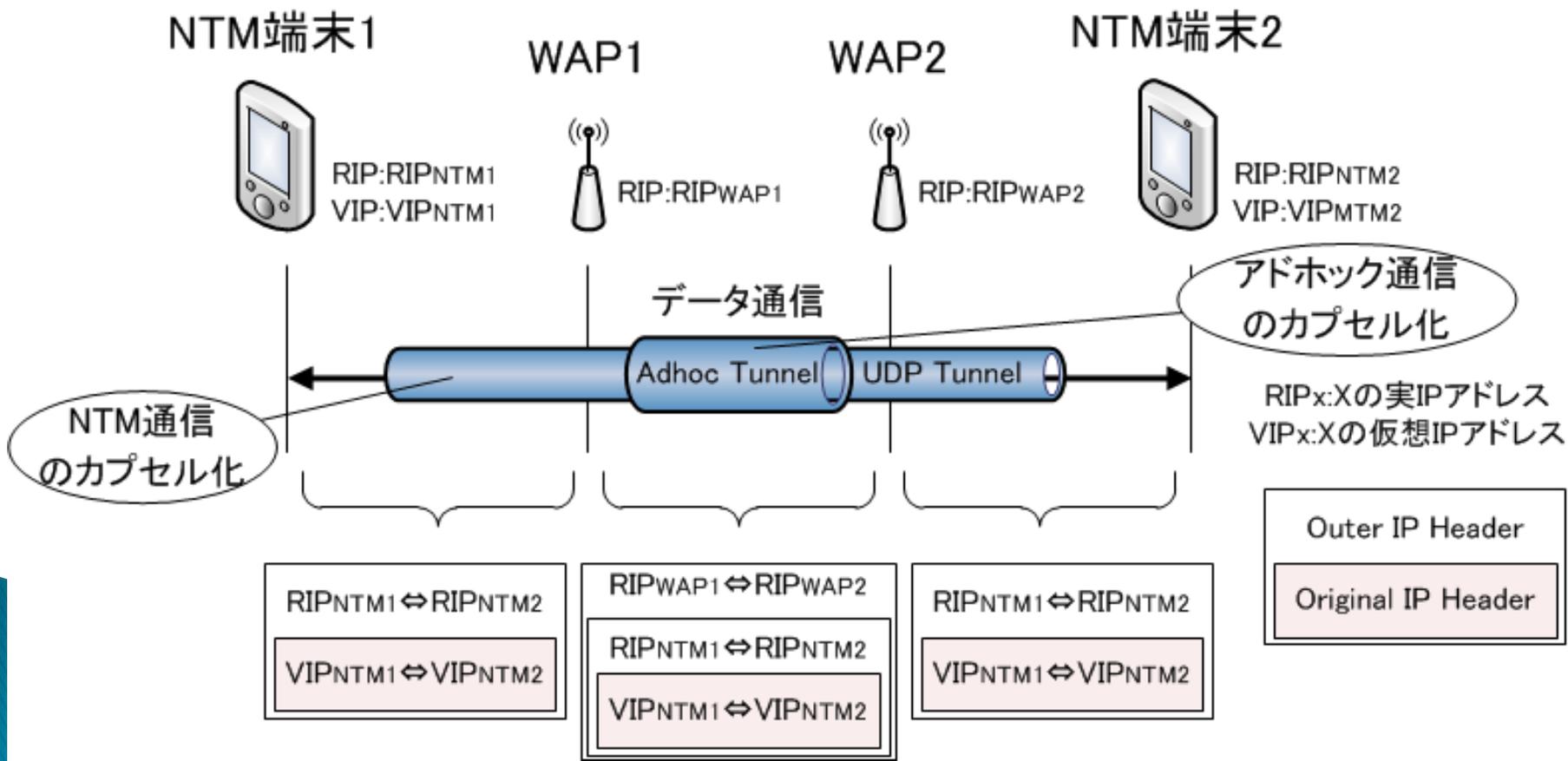
提案方式(通信開始時の動作)

- ▶ NTM端末1はDCに経路の指示を要求
- ▶ DCは両端末の位置情報からトンネル構築先を指示
- ▶ 二重のトンネル通信



通信の様子

- ▶ NTM端末は仮想IPアドレスを実IPアドレスでカプセル化/デカプセル化
- ▶ WAPはアドホック通信用IPアドレスでカプセル化/デカプセル化

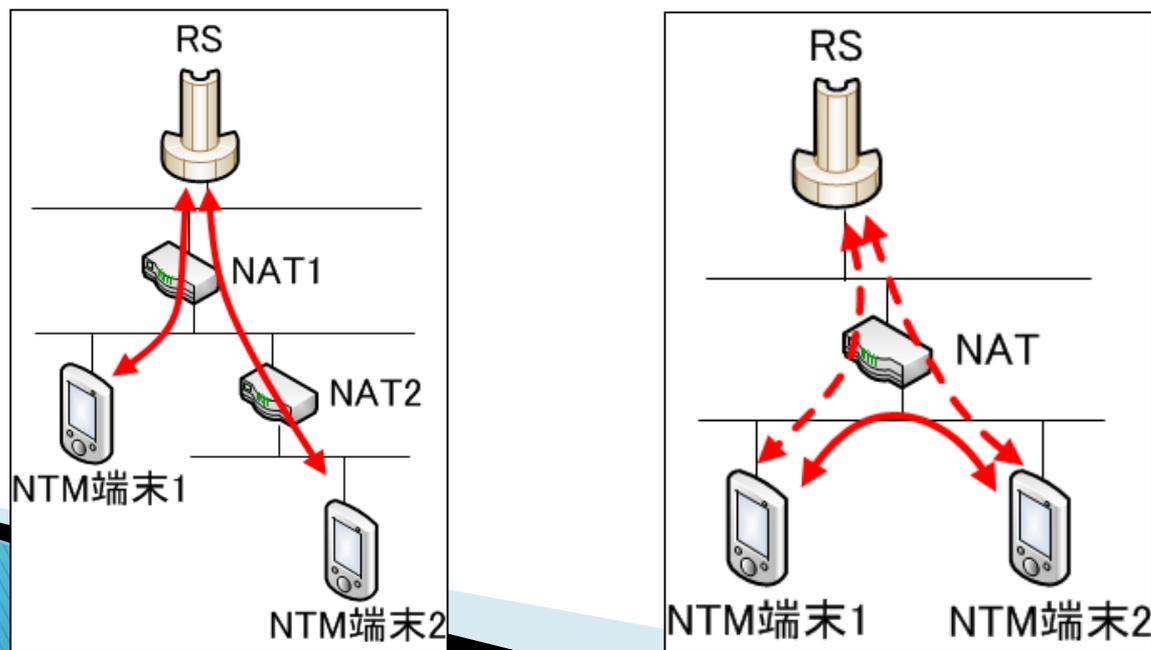


E2Eフラグによる経路最適化

▶ NTMobileの経路最適化機能

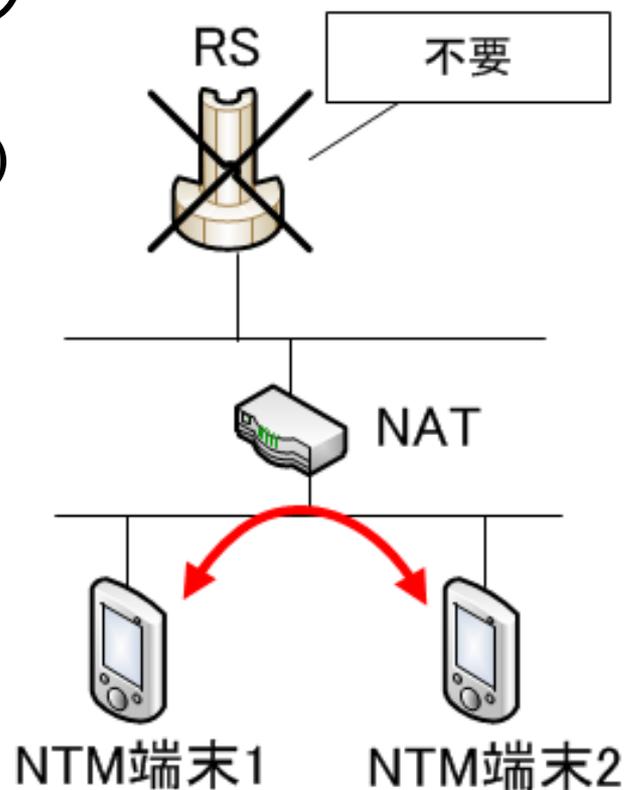
- 通信端末が同一NAT配下では一旦RS経由の経路が構築される
- エンド端末が自律的にエンドツーエンドの経路に切り替え(右図)
- 多段NAT(左図)への対策

⇒ 右図の構成ならRSへの経路構築は冗長

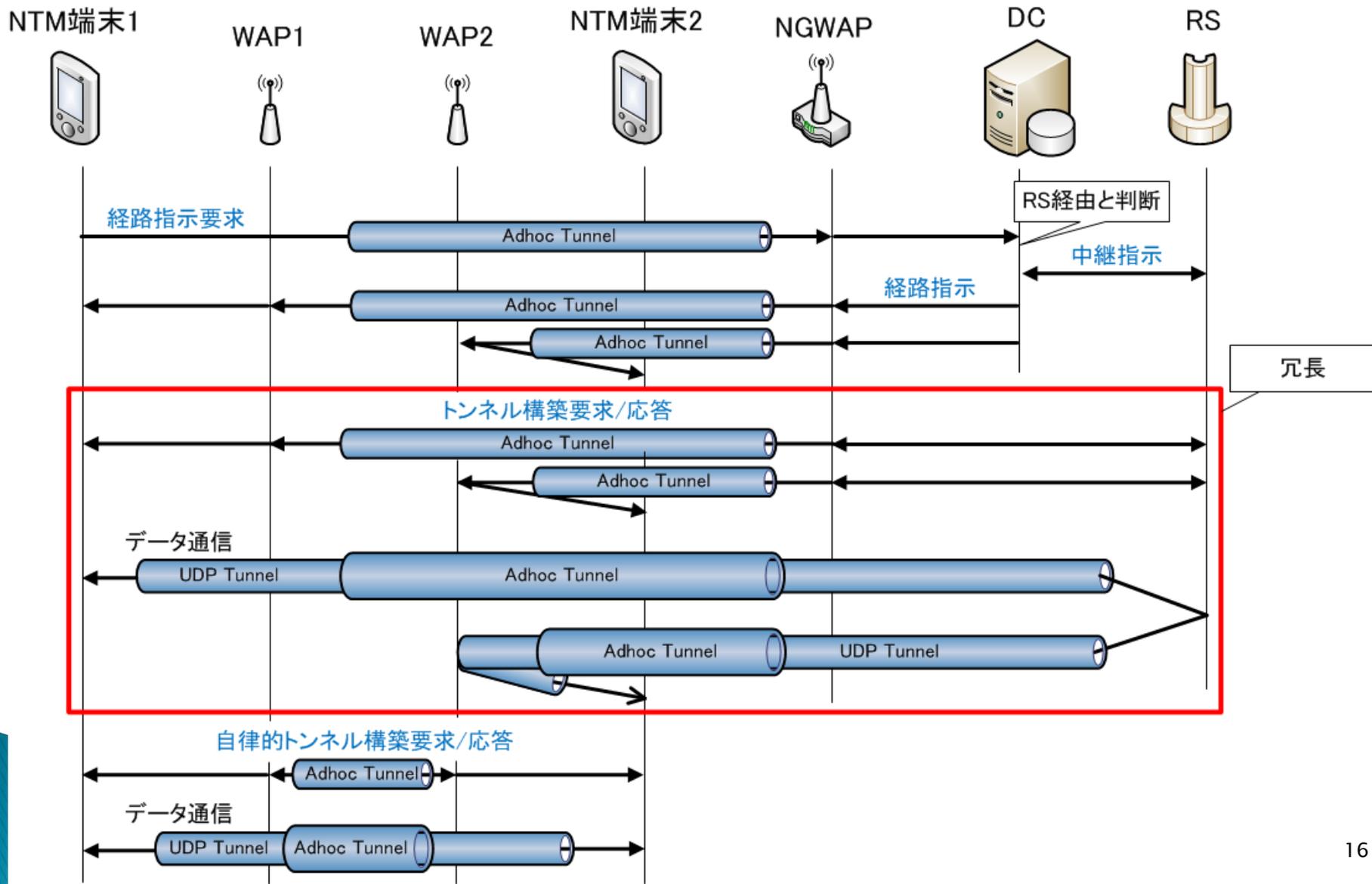


E2Eフラグによる経路最適化

- ▶ 無線メッシュネットワークは多段NATを構成しない
 - 多段NATの想定は必要ない
 - ▶ **E2E(End to End)フラグ**の導入
 - 直接通信可能であることを示すフラグ
 - DHCPでWAPから取得
 - Direction Request(経路指示要求)のオプションに付加
- ⇒ RSへの経路構築処理は無し

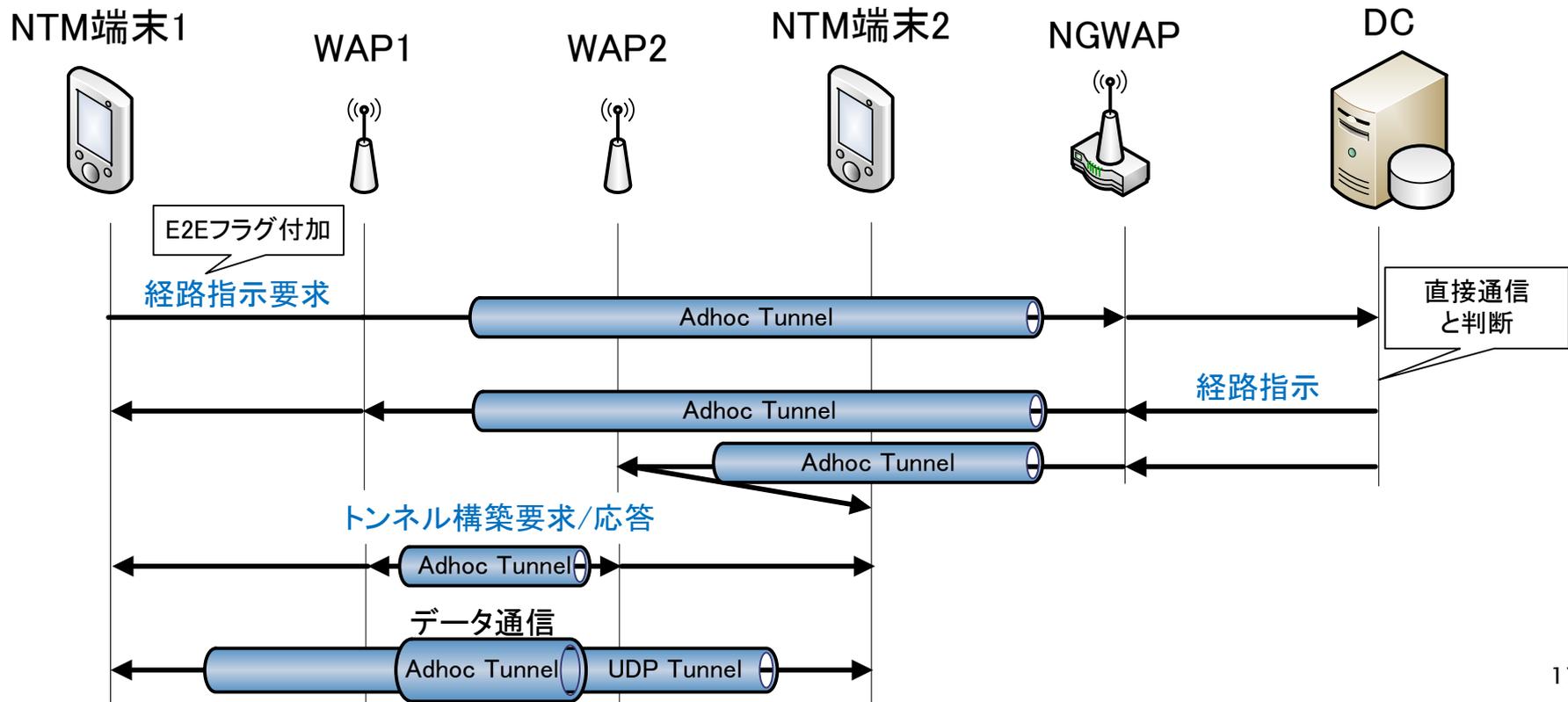


E2Eフラグの無い場合



E2Eフラグ導入後

- ▶ 両端末の登録情報から通信端末は同一NAT配下と判断
- ▶ DCはE2Eフラグから直接通信可能と判断
- ▶ RSの経路の通信を省略して経路最適化

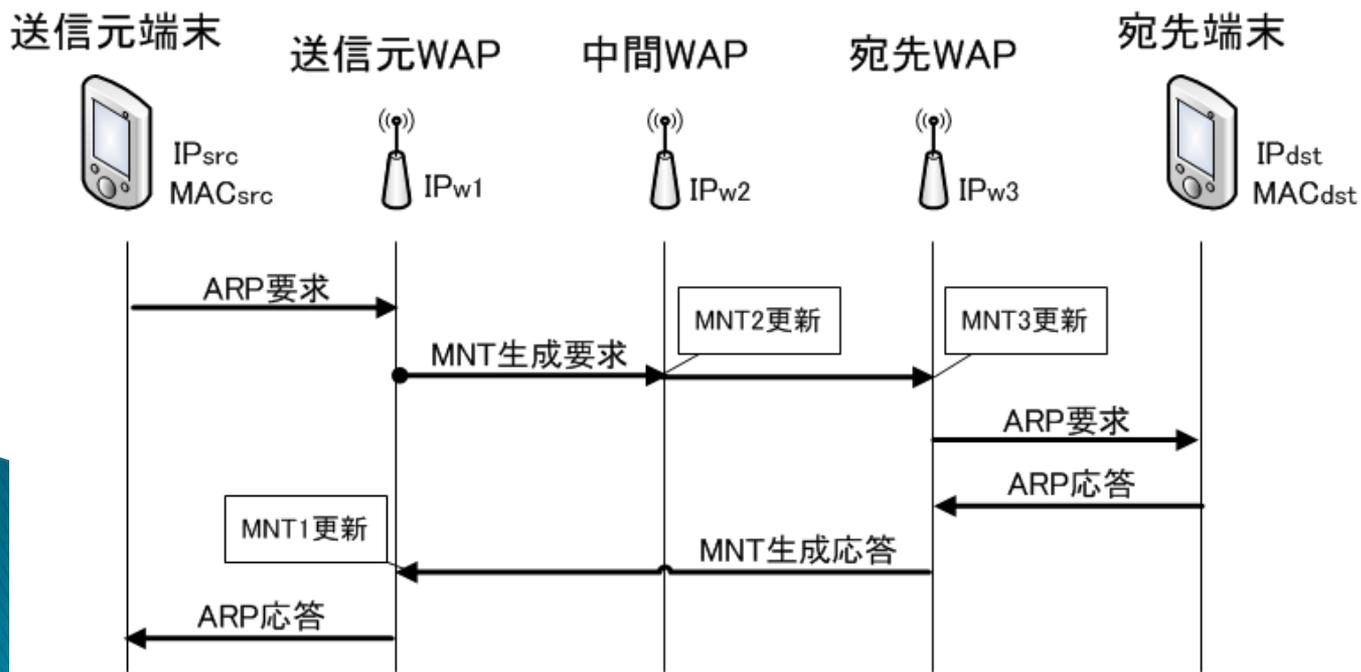


まとめ

- ▶ NTMobileを導入した無線メッシュネットワークの構築
 - NTMobileとWAPLを組み合わせることにより自由に移動可能なシステムを実現
- ▶ 無線メッシュネットワークの特徴を生かした経路最適化
 - 直接通信可能であることを示すE2Eフラグの導入
 - RSを一切経由しない経路を構築
- ▶ 今後の予定
 - 提案方式の実装の検討および評価

MNT生成処理

- ▶ ARP要求をトリガとしてMNT生成要求をフラッディング
- ▶ 要求を受信したWAPはMNTを更新
- ▶ ARP応答をトリガとしてMNT生成応答をユニキャスト
- ▶ 応答を受信したWAPはMNTを更新



Mesh Network Table1		
WAP	MAC	IP
IPw3	MACdst	IPdst
...

Mesh Network Table2		
WAP	MAC	IP
IPw1	MACsrc	IPsrc
...

Mesh Network Table3		
WAP	MAC	IP
IPw1	MACsrc	IPsrc
...

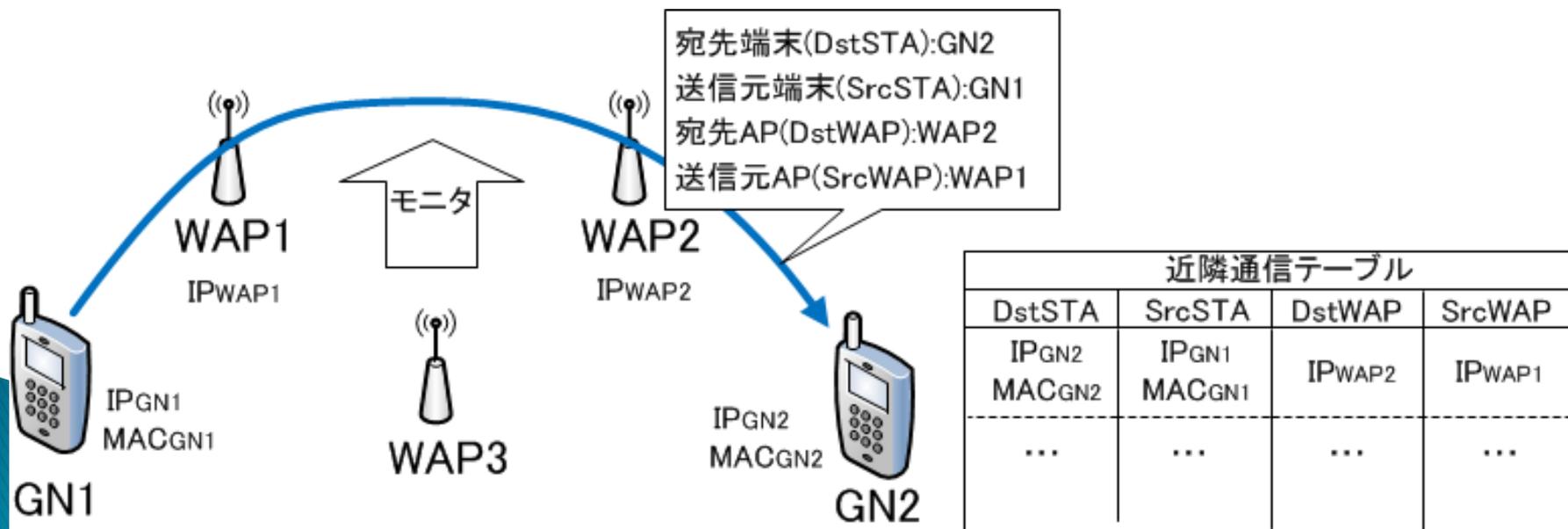
ハンドオーバー

▶ ハンドオーバー

- 通信中に端末の移動によりAPを切り替える

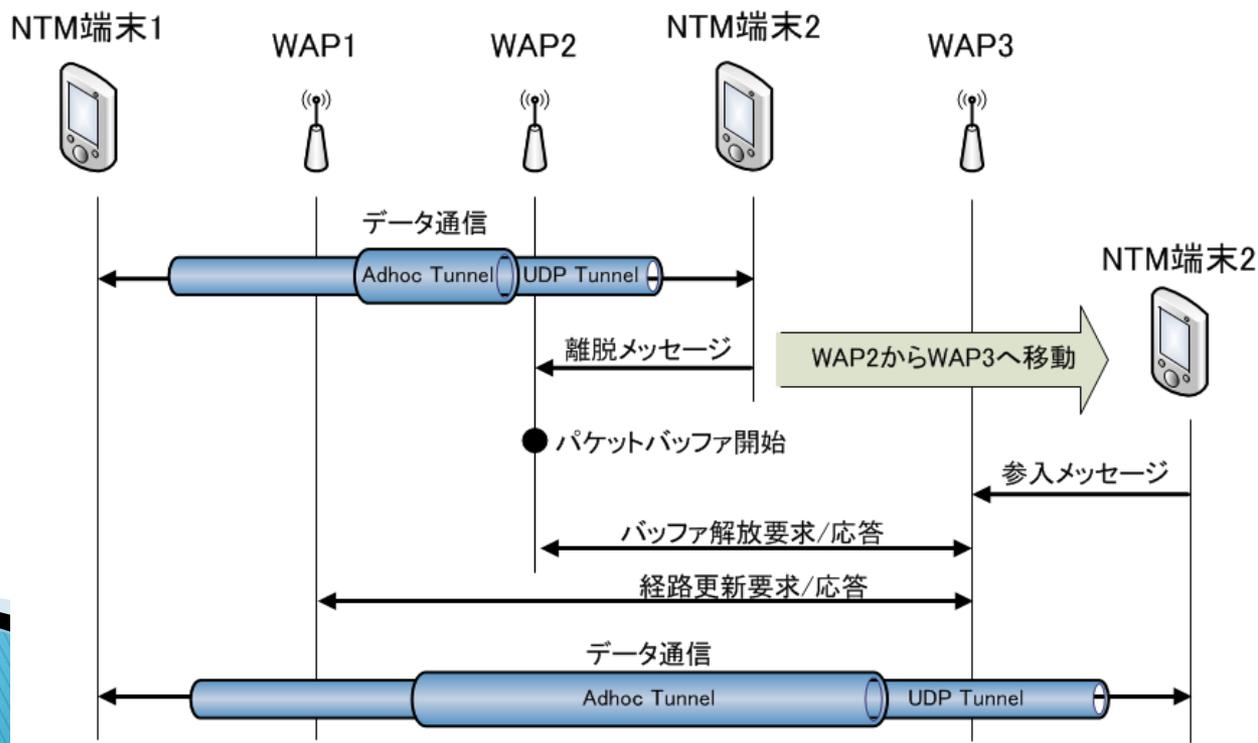
▶ シームレスハンドオーバー

- 通信の断絶やパケットロスの無いハンドオーバー
- 近隣通信テーブルやパケットバッファリングにより実現



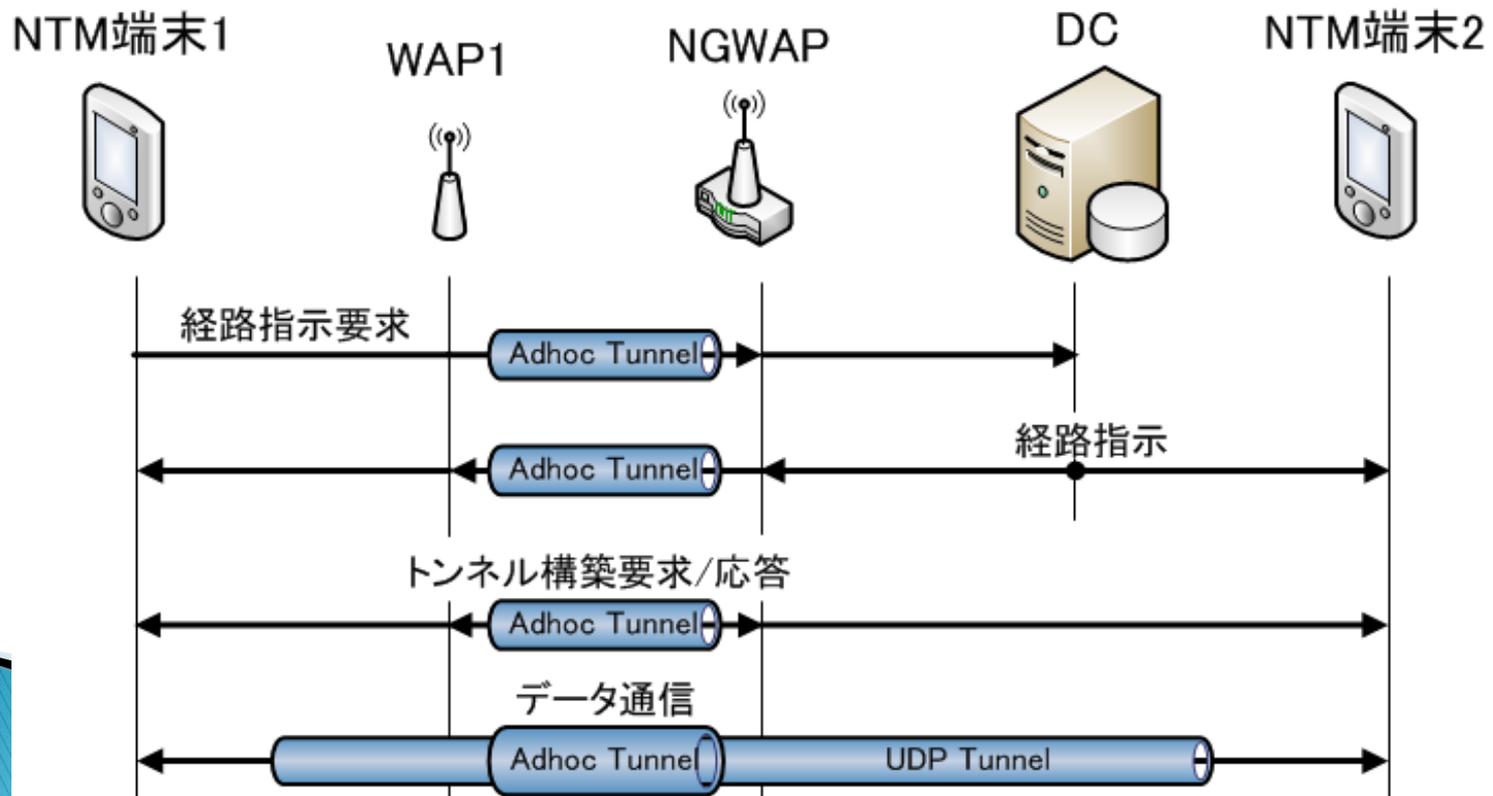
端末移動時の処理

- ▶ 端末は移動と同時に離脱メッセージを送信
- ▶ WAPは送信中のパケットをバッファリング
- ▶ 端末は新WAPに参入メッセージを送信
- ▶ 新WAPはバッファ解放と経路更新要求をユニキャスト



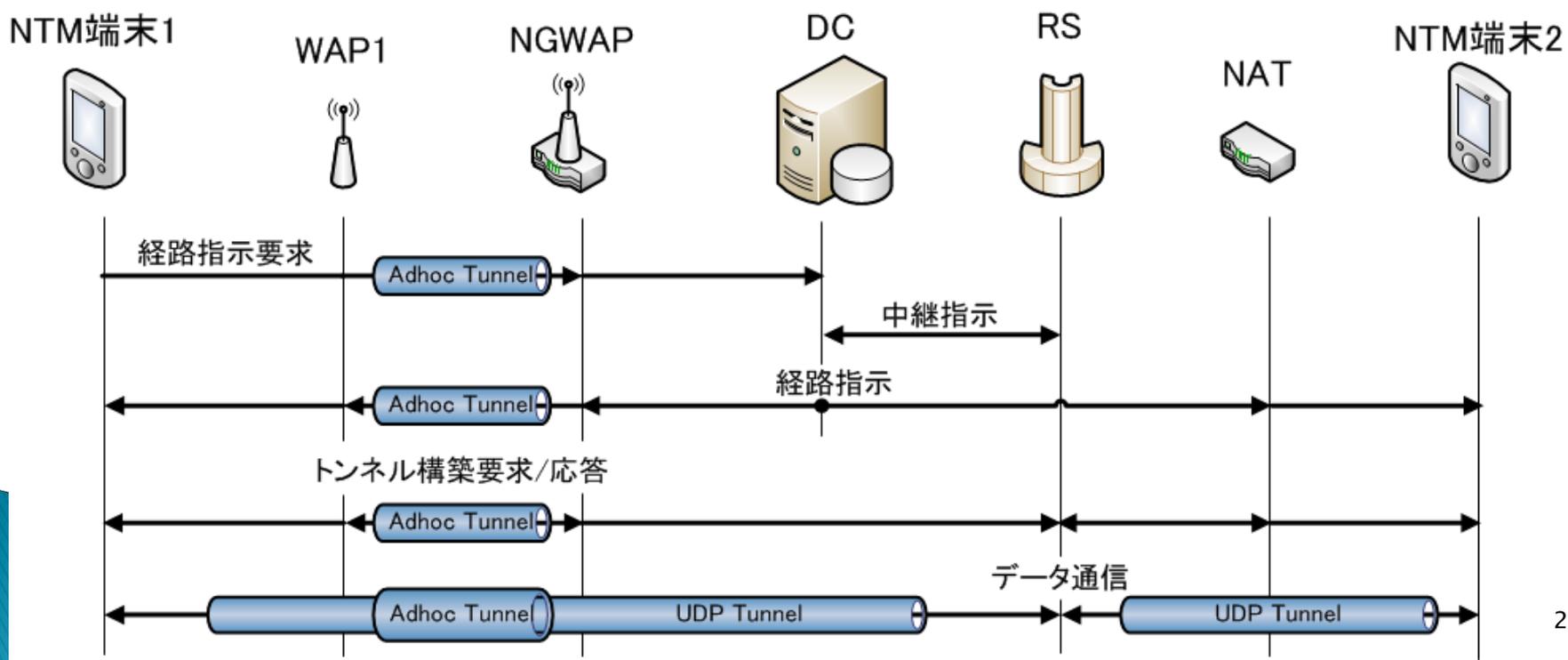
GWAP内とグローバル上のNTM端末

- ▶ 通常のNTMobileと同一の処理
- ▶ NGWAPは通常のNATとして動作
- ▶ エンドツーエンドのトンネルが構築



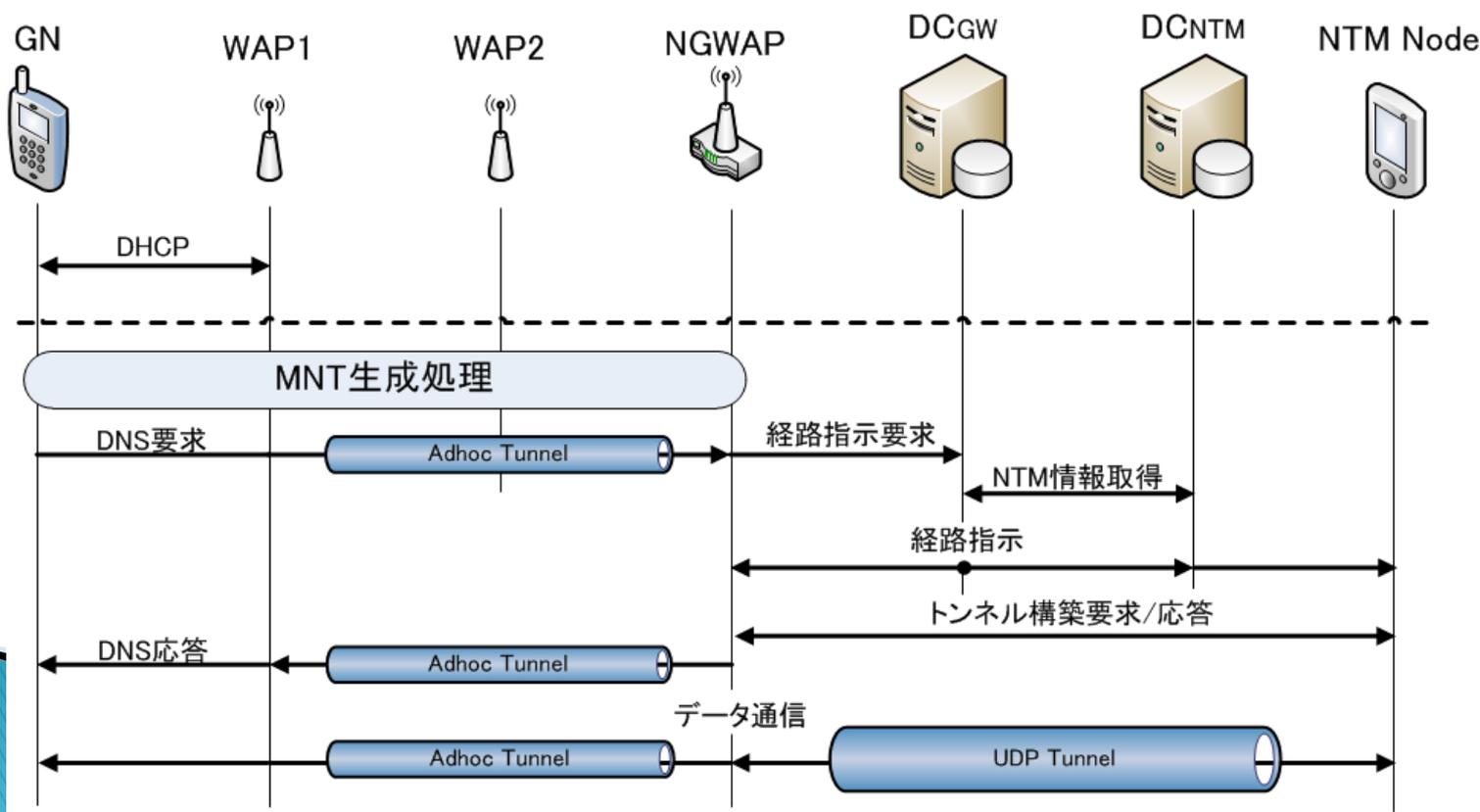
GWAP内とNAT内のNTM端末

- ▶ 通常のNTMobileと同一の処理
- ▶ NGWAPは通常のNATとして動作
- ▶ トンネル構築先はRS
- ▶ RSを経由した通信



NTM端末と一般端末

- ▶ NGWAPはNTM Mobileとして動作
- ▶ トンネル構築はNGWAPとNTM端末間
- ▶ NGWAPのグローバルIPアドレス変化しても通信継続



一般端末とメールサーバ

- ▶ DCはDNSの機能を持つ
- ▶ TXTレコード(NTMobile専用レコード)の問い合わせ
 - 応答無し⇒通信相手が一般端末
 - 応答有り⇒通信相手がNTM端末

