

# NTMobileにおける最適なリレーサーバ選択手法の提案

三宅 佑佳<sup>†\*</sup>, 廣瀬 達也<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)

Proposal of Selection Method of Optimal Relay Server in NTMobile

Yuka Miyake<sup>†</sup>, Tatsuya Hirose<sup>†</sup>, Hidekazu Suzuki<sup>†</sup>, Katsuhiro Naito<sup>‡</sup>, Akira Watanabe<sup>†</sup>  
(<sup>†</sup>Meijo University, <sup>‡</sup>Aichi Institute of Technology University)

## 1 はじめに

モバイルネットワークの普及により、ネットワークを切り替えても通信を継続できる移動透過性と、ネットワーク環境によらず通信を開始できる通信接続性が求められている。我々は、移動透過性と通信接続性を実現する NTMobile(Network Traversal with Mobility) を提案している [1][2]。NTMobile では端末間の直接通信ができない場合、Relay Server(RS) を経由する通信を行うが、これにより経路が冗長になる。本稿では複数の RS の中から最適な RS を選択し、経路冗長化を抑制する手法を提案する。

## 2 既存技術 (Mobile IPv4) の概要

IPv4 ネットワークにおける移動透過性をもつ技術として、Mobile IPv4(MIPv4) がある。MIPv4 はホームネットワークに設置した HA と移動端末間で通信経路を構築して通信を行う。HA はアドレス管理機能とパケット中継機能を兼ねており、負荷分散が困難である。また、MIPv4 での通信は HA を常に経由した通信になるため、通信経路が冗長になる。

## 3 NTMobile の概要

Fig. 1 に NTMobile の構成を示す。NTMobile は、NTMobile を実装した端末 (NTM 端末) と、通信を中継する RS, NTM 端末や RS を管理する Direction Coordinator(DC) により構成される。NTMobile は基本的に端末間の直接通信を行うが、直接通信ができない場合は RS を経由した通信を行う。直接通信ができない場合は、異なる NAT 配下に存在する NTM 端末同士の通信や、NTM 端末と一般端末の通信、IPv4/IPv6 の相互通信がある。RS はグローバルネットワーク上に分散配置が可能であるが、どのように RS を選択すべきか未検討であった。

## 4 最適な RS 選択手法

<4・1>概要 通信経路冗長化の抑制を考慮した最適な RS を選択するため、NTM 端末と RS 間のホップ数を用いる。ホップ数が最小となる RS を選択することにより、通信経路を最適にすることができる。DC は NTM 端末に対し RS までのホップ数の調査を指示し、その情報から最適な RS を選択する。

<4・2>ホップ数の調査 Fig. 2 にホップ数調査のシーケンスを示す。NTM 端末は、起動や移動により新たなネットワークに接続した際、DC にアドレス情報を登録する。DC はアドレス情報の登録処理をトリガーとし、NTM 端末と DC 管理下にある全ての RS までのホップ数の調査を行う。まず、NTM 端末に対し、RS の IP アドレスを記載した NTM Survey Direction を送信し、RS までのホップ数調査を指示する。NTM 端末は NTM Route Survey に IP ヘッダ内の TTL の初期値と NTM 端末の Node ID, DC の IP アドレスを記載し、各 RS に送信する。ホップ数の調査後、RS は NTM Survey Report に NTM 端末の Node ID, RS の IP アドレス、ホップ数を記載し、DC に調査結果を報告する。

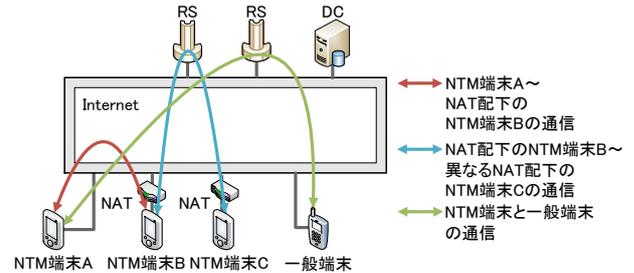


Fig. 1 Structure of NTMobile.

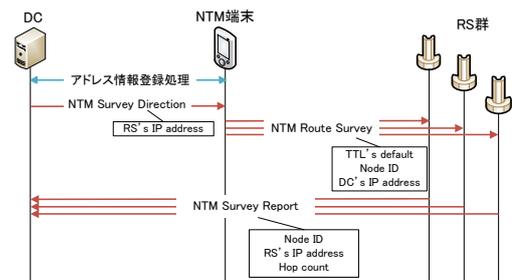


Fig. 2 Sequence of hop count investigation.

<4・3>RS の選択 DC は、NTM 端末から通信相手端末への通信開始時、各 RS を経由したときのホップ数を算出し、ホップ数が最少となる RS を選択する。NTM 端末または通信相手端末から全ての RS までのホップ数の調査が終了していない場合は、各 NTM 端末が既に調査済みの RS の中から、ホップ数が最少の RS を選択する。NTM 端末と一般端末との通信の場合、RS は通信中の切り替えができないという制約がある。そのため NTM 端末が移動すると冗長経路になる可能性がある。そこで通信相手が一般端末の場合、RS が一般サーバとその間のホップ数を調査し、DC に報告する。DC は一般端末から RS 間のホップ数が最少となる RS を選択する。

## 5 まとめ

NTMobile において、NTM 端末と RS までのホップ数を予め調査して通信開始時に最適な RS を選択する手法を提案した。今後は、提案手法の実装と評価を行う。

文献

- [1] 鈴木秀和, 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.
- [2] 若杉 純, 他: NTMobile における通信経路冗長化を抑制するリレーサーバ選択手法の提案, 情報処理学会第 76 回全国大会論文集, Mar.2014

# NTMobileにおける 最適なりレーサーバ選択手法の提案

三宅 佑佳<sup>†</sup> 廣瀬 達也<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 理工学部

<sup>††</sup>名城大学大学院 理工学研究科

<sup>‡</sup>愛知工業大学 情報科学部



# 研究背景

- ▶ 現在の主流はIPv4ネットワーク
  - IPv4アドレス枯渇問題
    - NAT(Network Address Translation)が必須
  
- ▶ 移動透過性と通信接続性の要求
  - ネットワークを切り替えても通信を継続できる
  - ネットワーク環境によらず確実に通信の開始が可能
    - Mobile IPv4
    - NTMobile(Network Traversal with Mobility)
  
- ▶ 通信経路冗長化抑制の要求
  - スループットの向上
  - ネットワーク負荷の低減

# Mobile IPv4の概要

## ▶ 構成

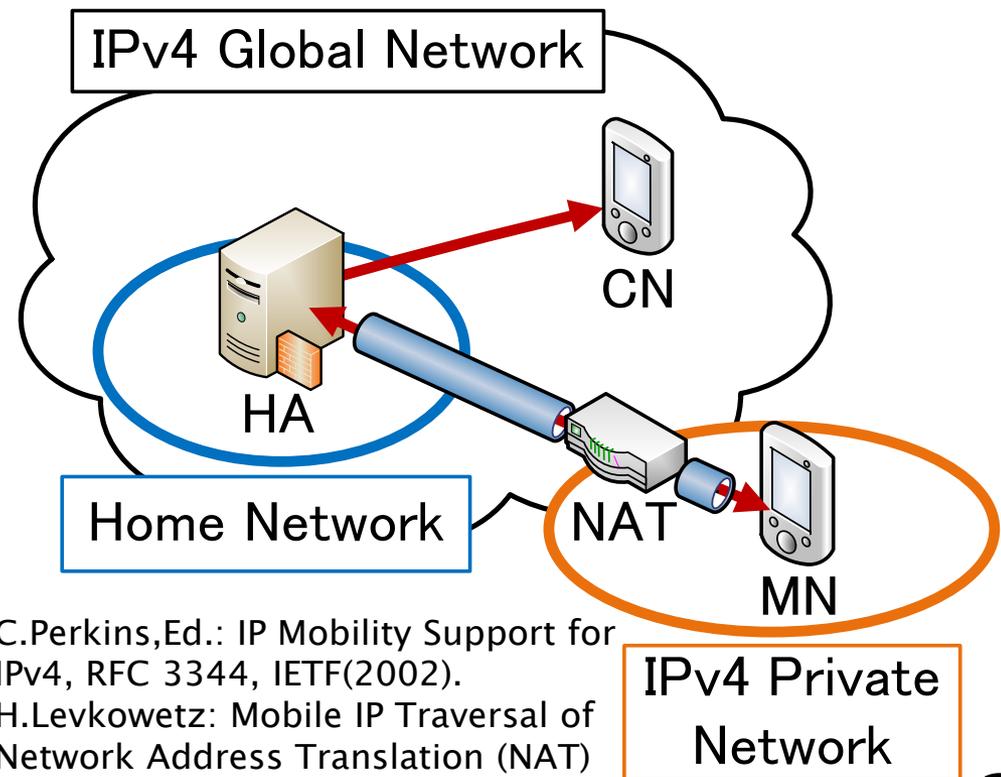
- HA (Home Agent)
  - ホームネットワークに設置される通信中継装置
  - 移動端末間で通信経路を構築
  - アドレス管理と通信の中継

## ▶ 課題

- グローバルアドレスがMNごとに必要
  - アドレス枯渇問題に逆行
- 常にHA経由の通信
- HAの切り替えが不可能

MN (Mobile Node) : 移動端末

CN (Correspondent Node) : 通信相手端末



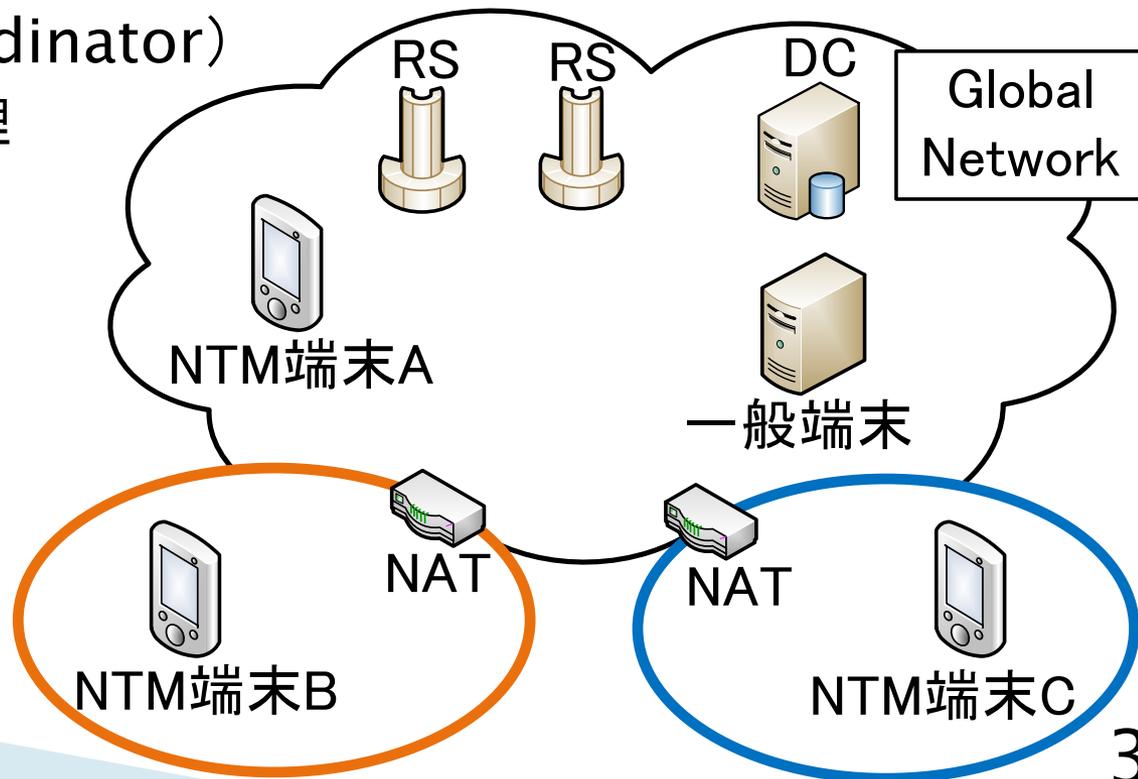
C.Perkins, Ed.: IP Mobility Support for IPv4, RFC 3344, IETF(2002).

H.Levkowitz: Mobile IP Traversal of Network Address Translation (NAT) Devices, RFC 3519, IETF(2003).

# NTMobileの概要

## ▶ 構成

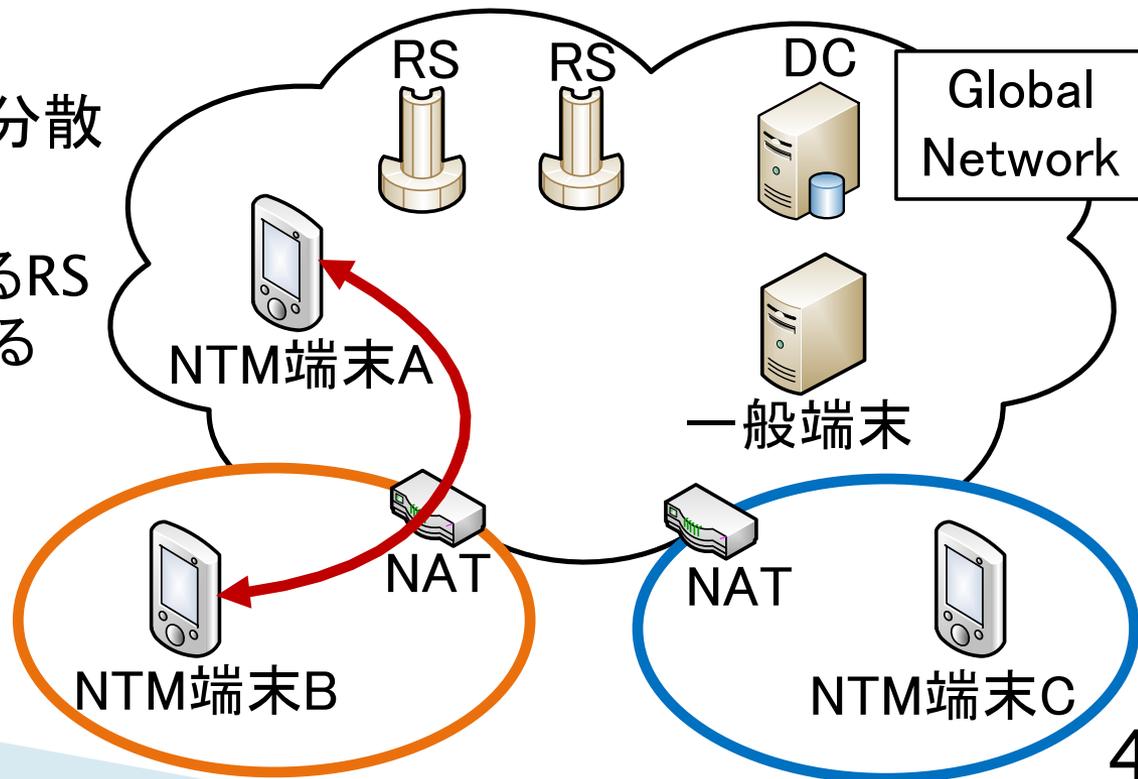
- NTM端末
  - NTMobileを実装した端末
- RS(Relay Server)
  - 通信中継装置
- DC(Direction Coordinator)
  - NTM端末やRSの管理
  - アドレス情報の管理



# NTMobileの概要

## 特徴

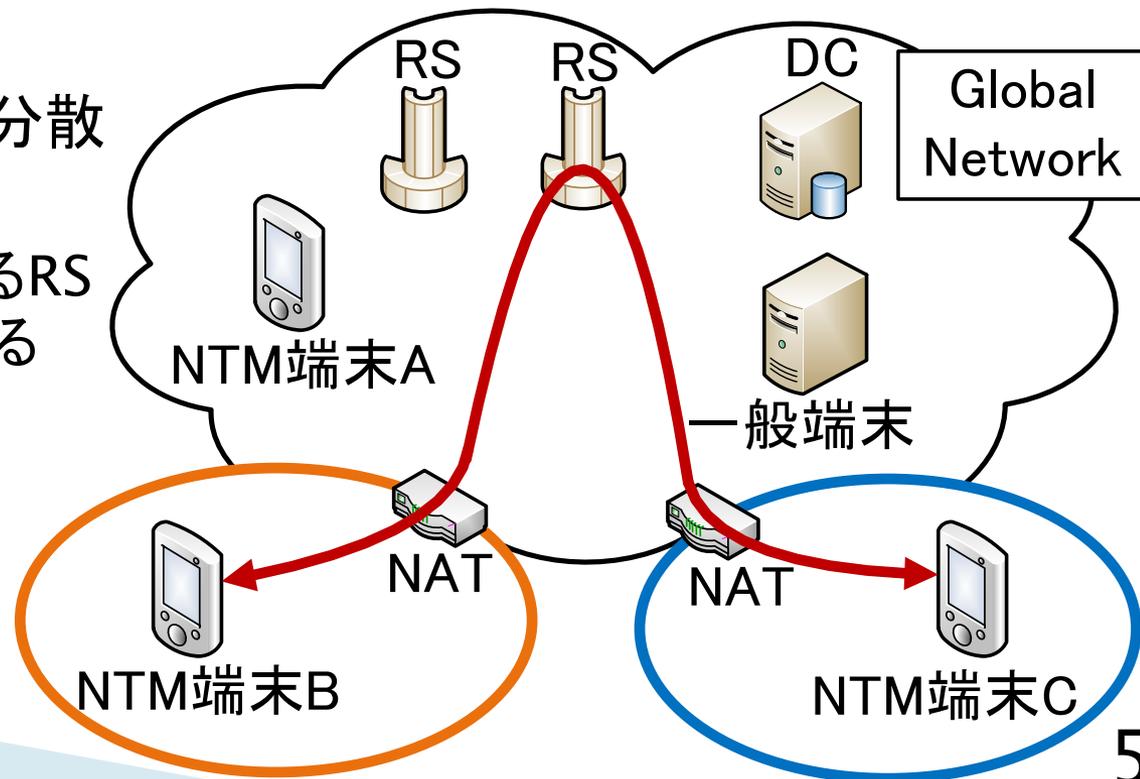
- 移動により変化しない仮想IPアドレスの導入
- 基本的に端末間の直接通信
- 直接通信ができない場合はRSを経由
  - ・ 異なるNAT配下の端末同士
  - ・ NTM端末と一般端末
- RSはグローバル上に分散配置可能
  - ・ 複数の中から使用するRSを選択することができる



# NTMobileの概要

## 特徴

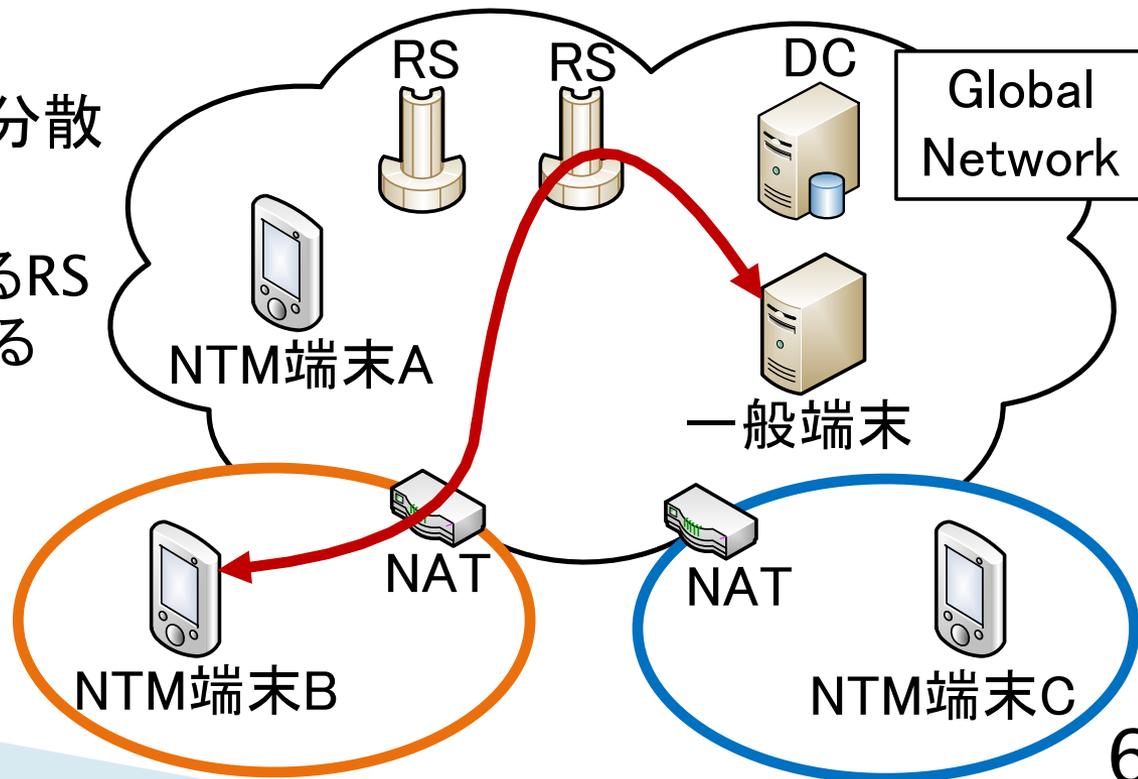
- 移動により変化しない仮想IPアドレスの導入
- 基本的に端末間の直接通信
- 直接通信ができない場合はRSを経由
  - ・ 異なるNAT配下の端末同士
  - ・ NTM端末と一般端末
- RSはグローバル上に分散配置可能
  - ・ 複数の中から使用するRSを選択することができる



# NTMobileの概要

## ▶ 特徴

- 移動により変化しない仮想IPアドレスの導入
- 基本的に端末間の直接通信
- 直接通信ができない場合はRSを経由
  - ・ 異なるNAT配下の端末同士
  - ・ NTM端末と一般端末
- RSはグローバル上に分散配置可能
  - ・ 複数の中から使用するRSを選択することができる



# 研究の目的と提案

- ▶ RSを経由する通信は直接通信よりも経路が冗長
- ▶ RSの具体的な選択手法は未定義

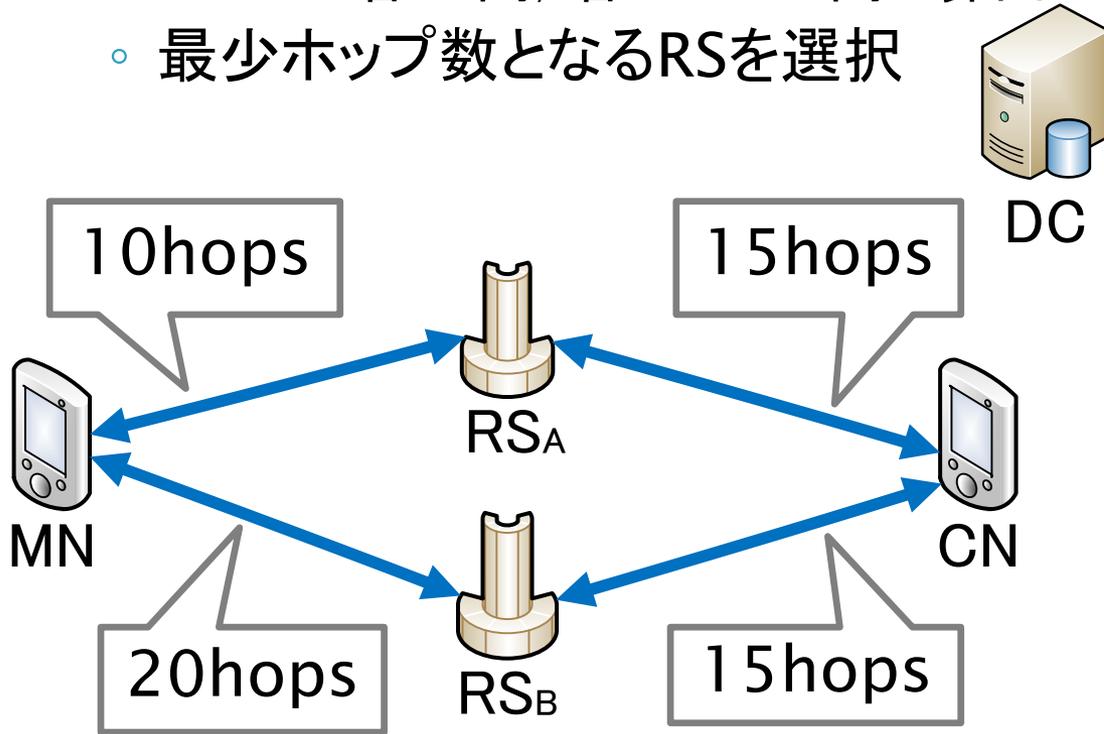


- RSの具体的な選択手法を確立
- RSを経由する場合でも最短経路での通信を実現

- ▶ RSの最適な選択手法の提案
  - ルータ経由数(ホップ数)を用いる
    - NTM端末とRS間の距離を調査
    - ホップ数が最少となるRSを選択し通信経路の最適化を図る

# RSの選択

- ▶ NTM端末同士 (MNとCN) の通信
  - 各RSを経由した際のホップ数を算出
    - MN～各RS間, 各RS～CN間で算出
  - 最少ホップ数となるRSを選択

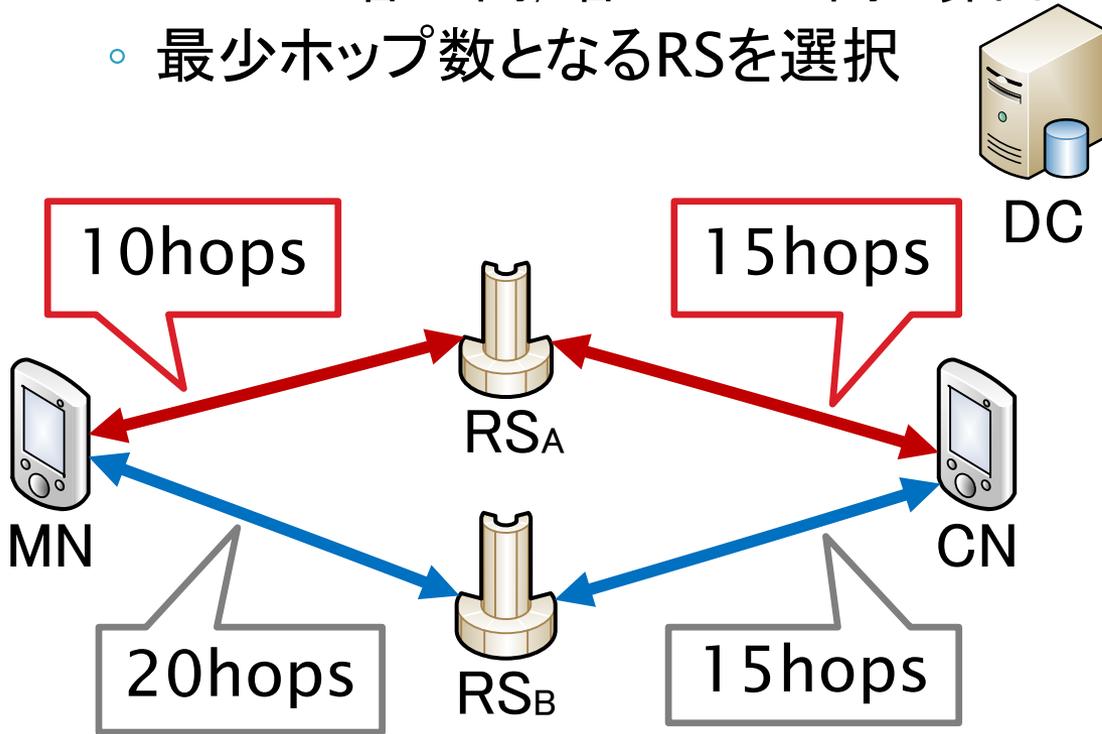


## Hop Table

Node	RS	Hop
MN	RSA	10hops
MN	RSB	20hops
CN	RSA	15hops
CN	RSB	15hops

# RSの選択

- ▶ NTM端末同士 (MNとCN) の通信
  - 各RSを経由した際のホップ数を算出
    - MN~各RS間, 各RS~CN間で算出
  - 最少ホップ数となるRSを選択



## Hop Table

Node	RS	Hop
MN	RSA	10hops
MN	RSB	20hops
CN	RSA	15hops
CN	RSB	15hops



総経路ホップ数を算出

Route	RS	Hop
MN-CN	RSA	25hops
MN-CN	RSB	35hops

最少ホップ数のRS  
RSAを選択

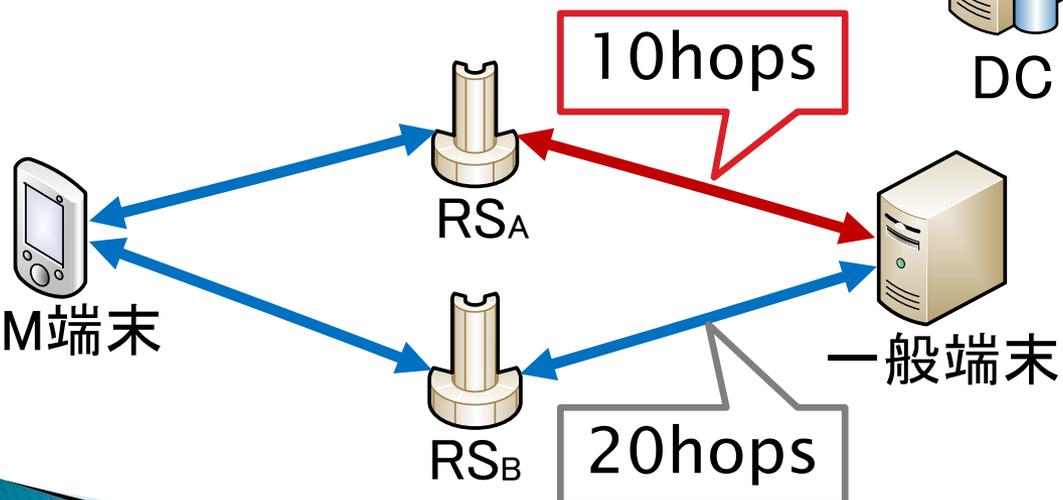
# RSの選択

- ▶ NTM端末と一般端末の通信
  - 通信中RSの切り替えができない
    - 一般端末はRSを通信相手と認識して通信
    - 端末移動後の通信経路冗長化が懸念
  - 一般端末～各RS間でホップ数を算出
  - 最少ホップ数となるRSの選択

一般端末とRS間で最少ホップ数のRSAを選択



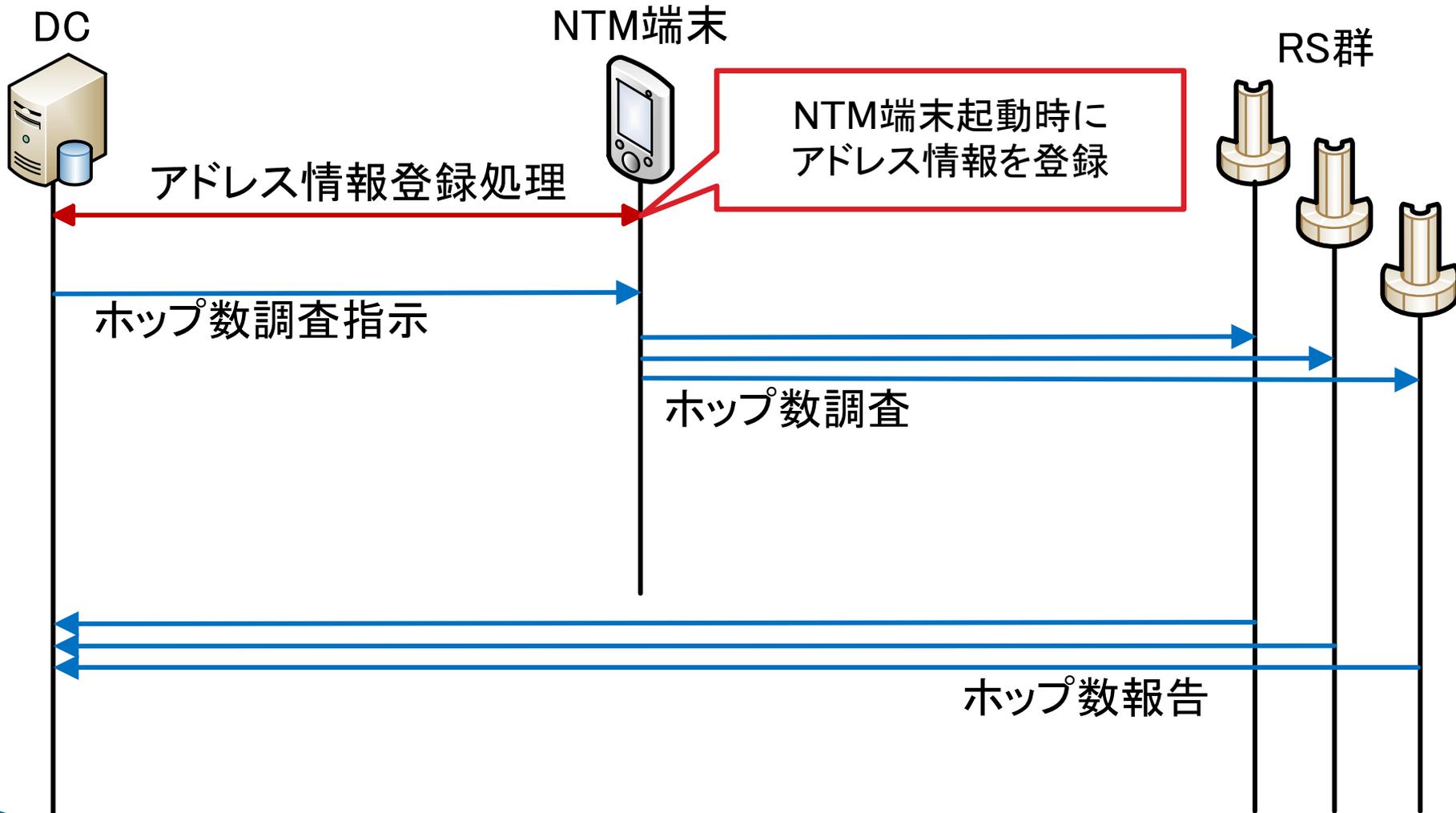
DC



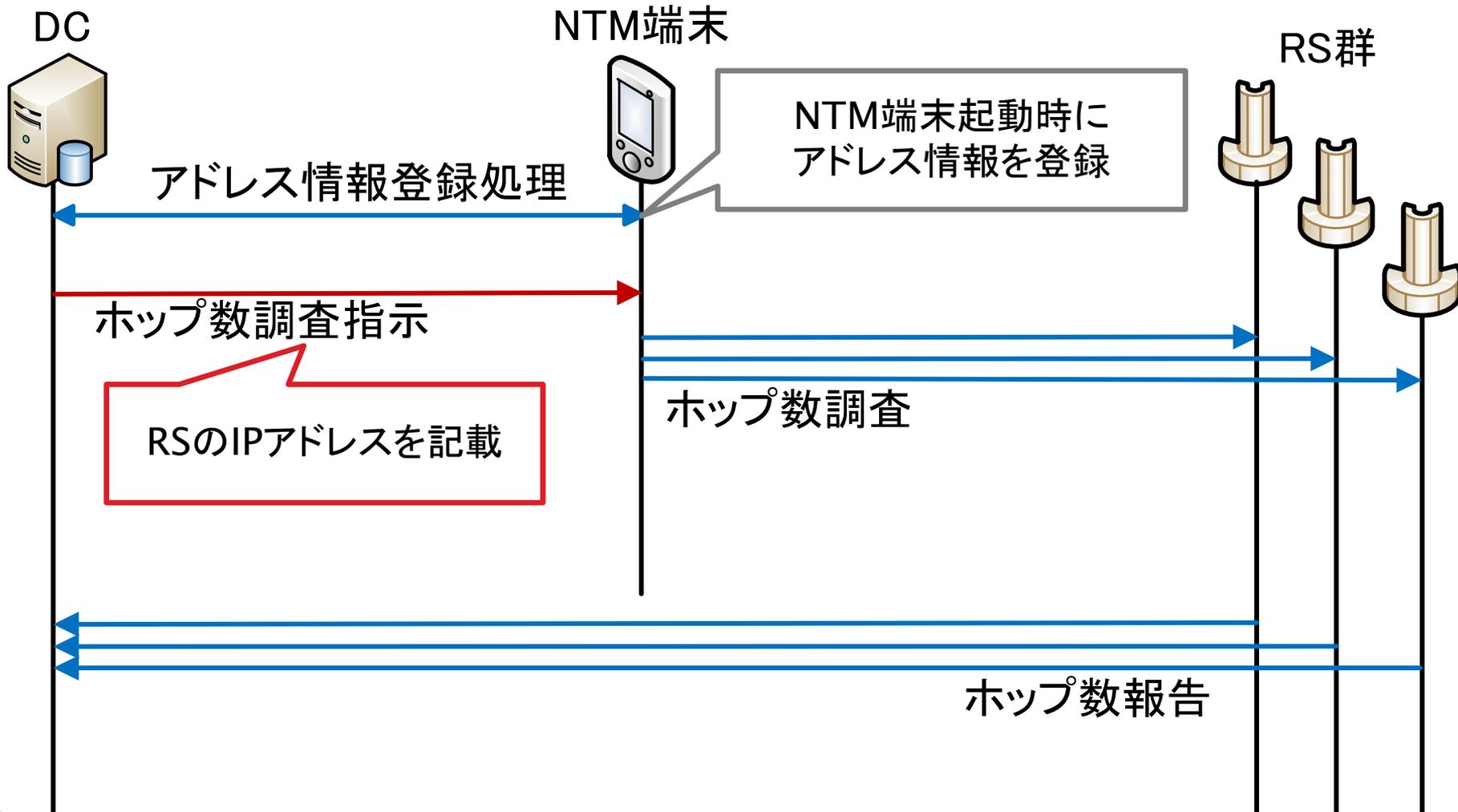
Hop table

Route	Hop
一般端末-RSA	10hops
一般端末-RSB	20hops

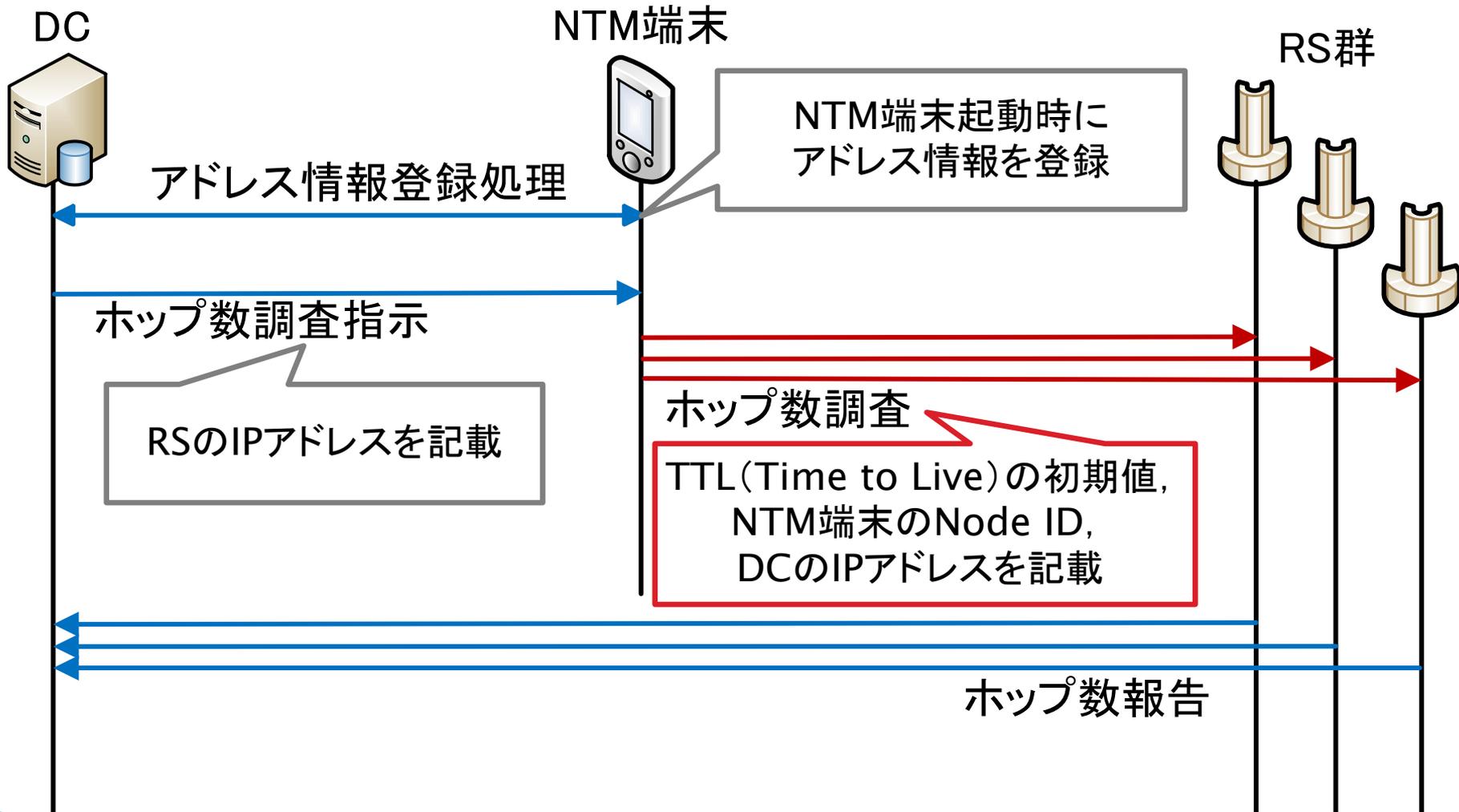
# ホップ数調査 (NTM端末～RS)



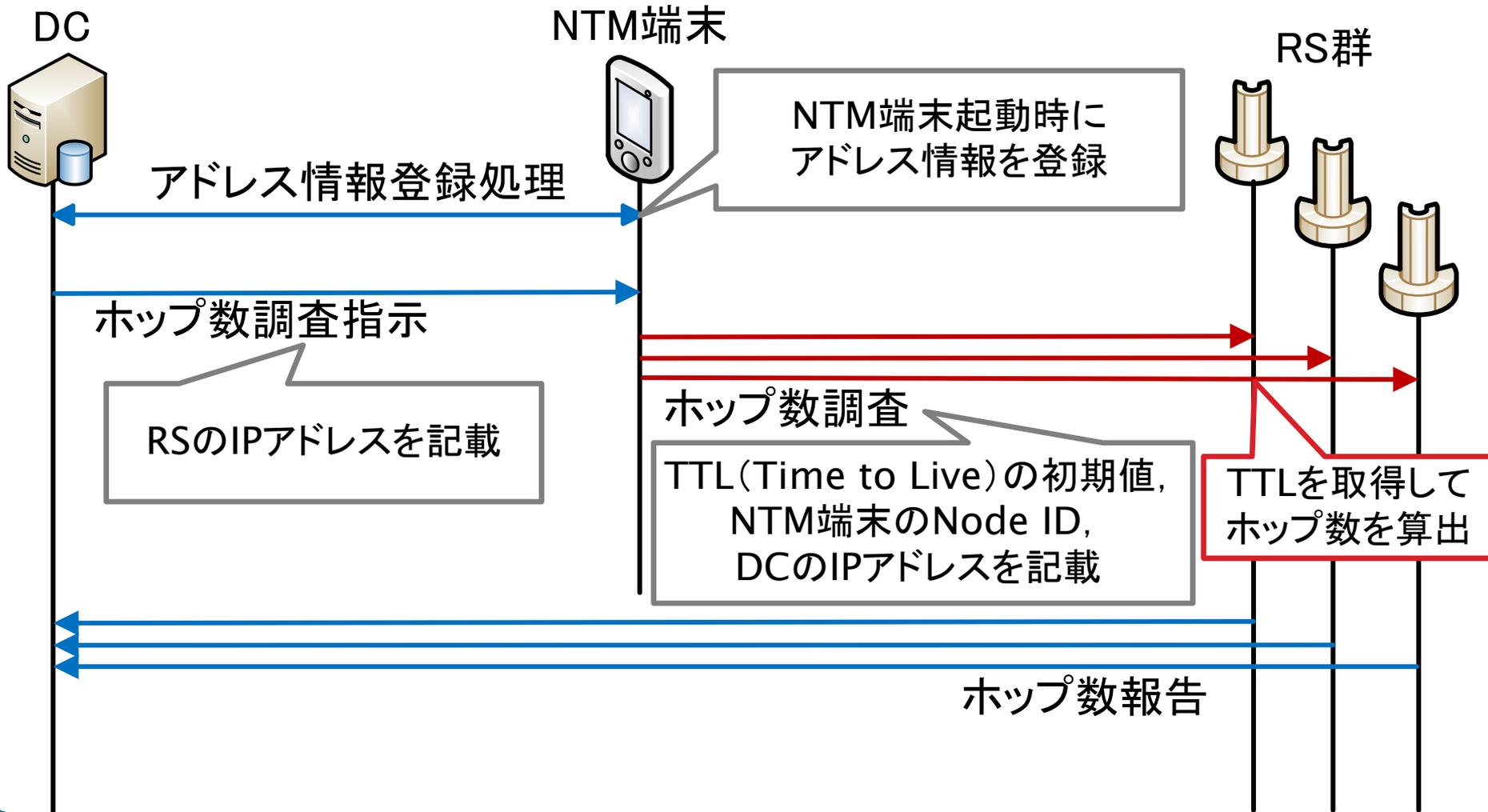
# ホップ数調査 (NTM端末～RS)



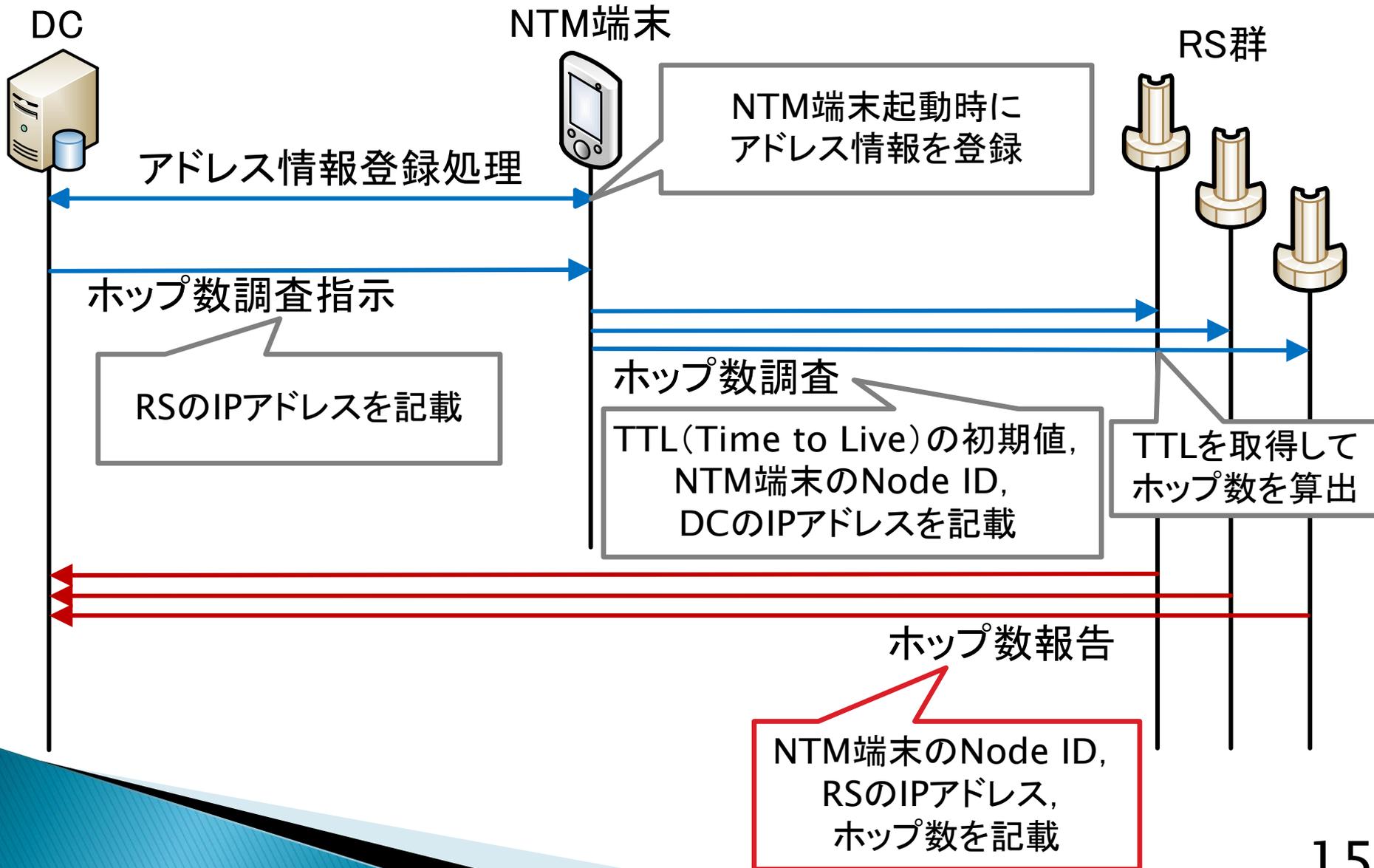
# ホップ数調査 (NTM端末～RS)



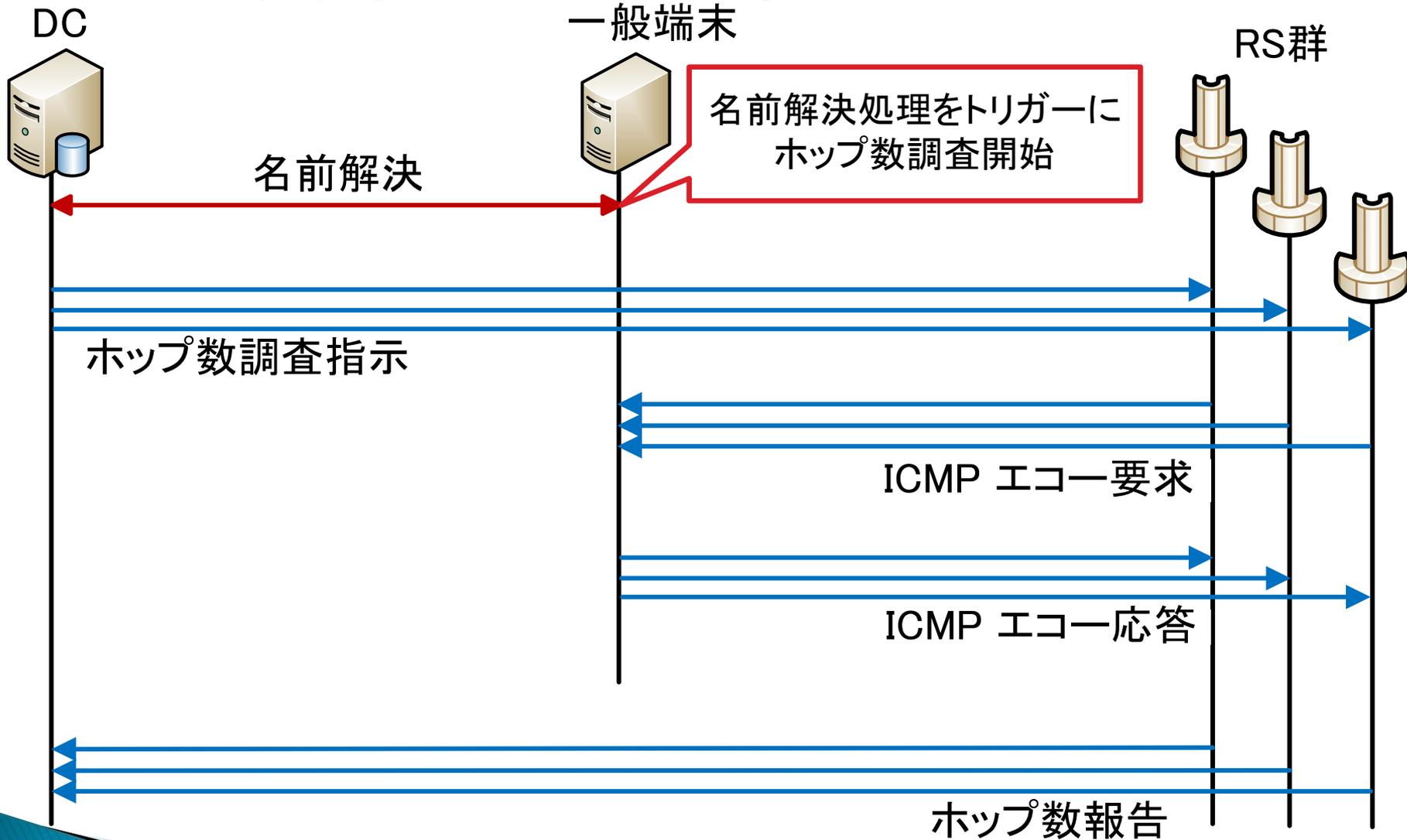
# ホップ数調査 (NTM端末～RS)



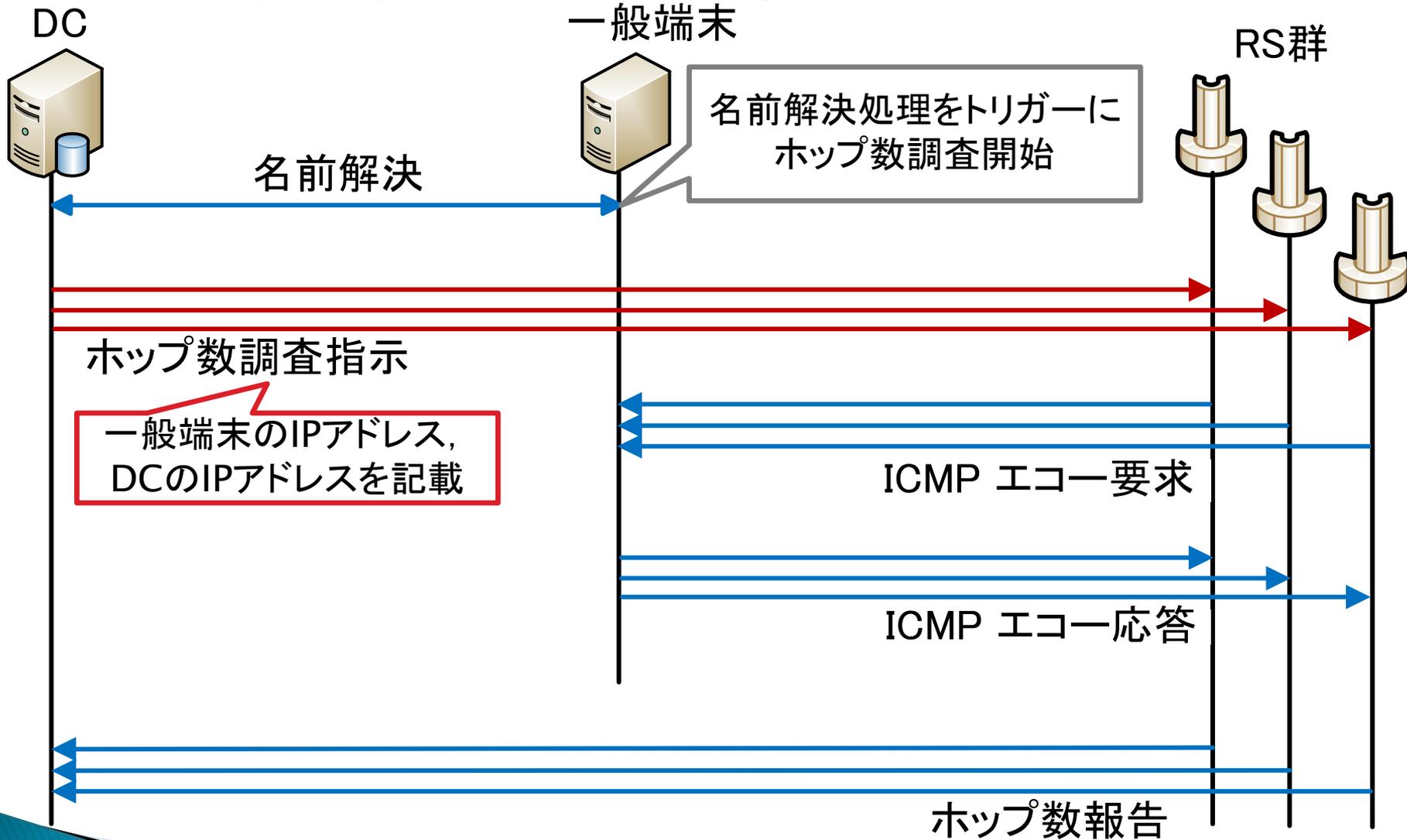
# ホップ数調査 (NTM端末～RS)



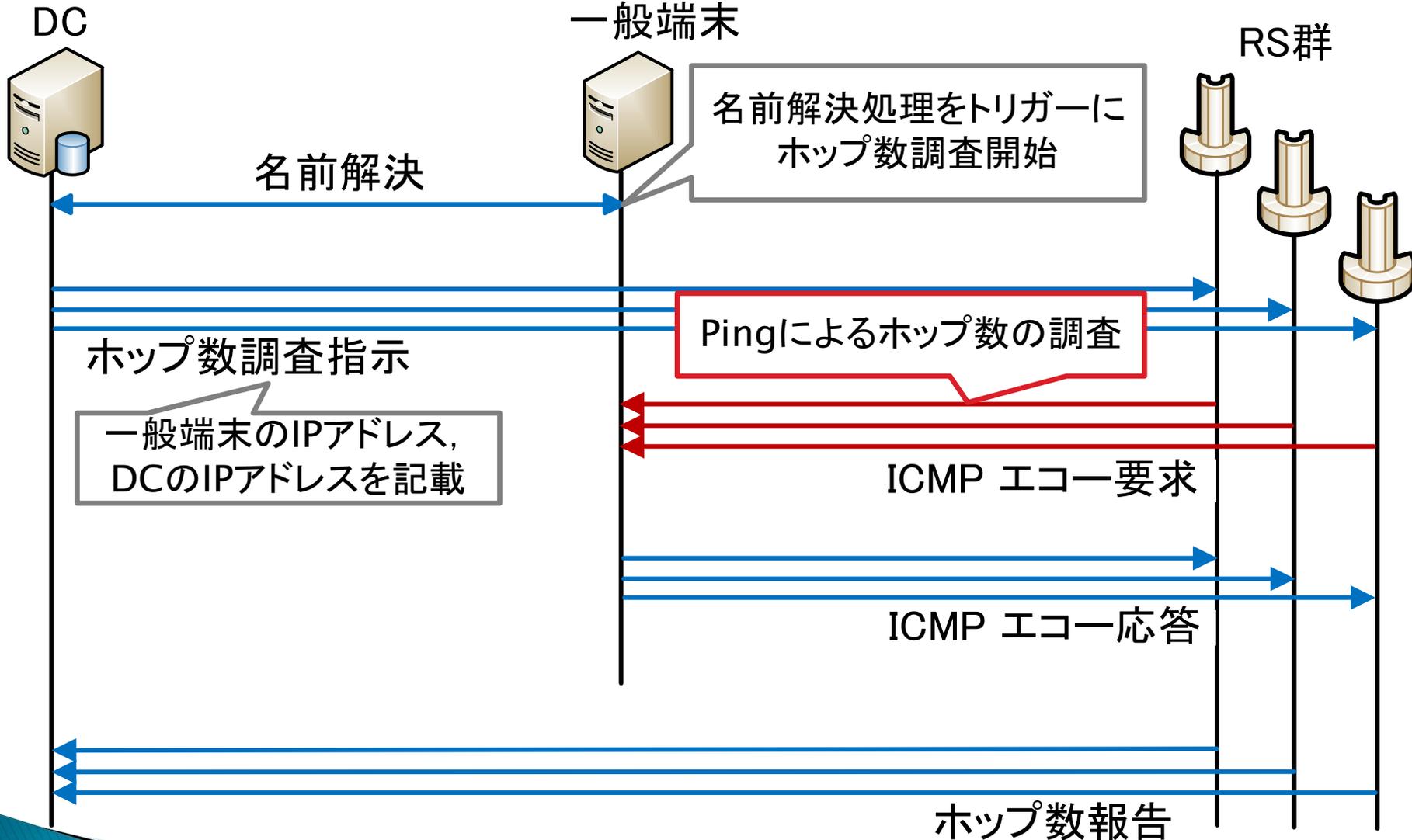
# ホップ数調査 (一般端末 ~ RS)



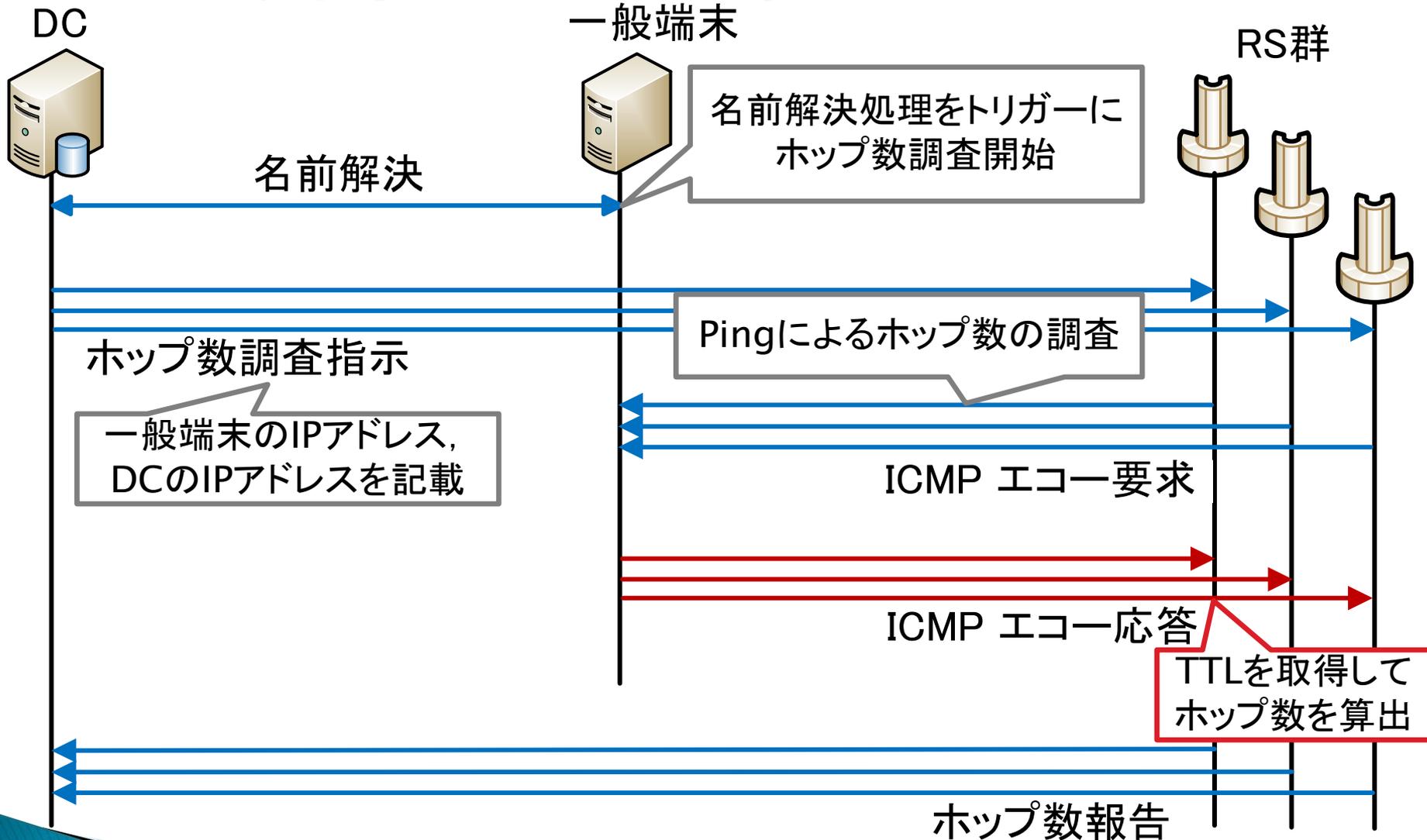
# ホップ数調査 (一般端末 ~ RS)



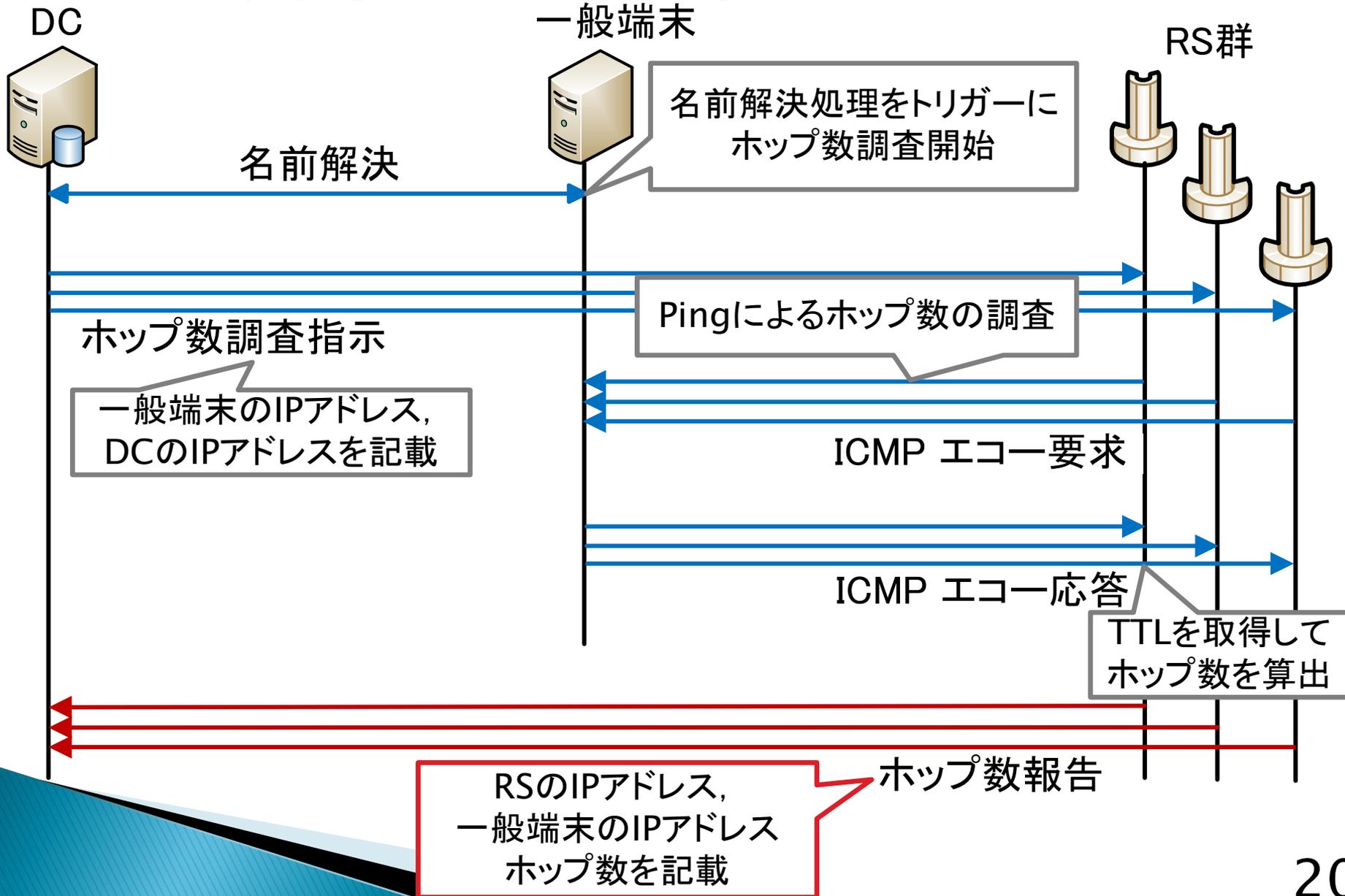
# ホップ数調査 (一般端末～RS)



# ホップ数調査 (一般端末 ~ RS)



# ホップ数調査 (一般端末～RS)



# まとめ

- ▶ NTMobileにおけるRSの特徴
  - RSはグローバル上に分散配置可能
    - 複数のRSの中から通信に適したRSの選択が可能
  
- ▶ RSの最適な選択手法の提案
  - RSを経由する場合でも最短経路での通信を実現
    - スループット向上
    - ネットワーク負荷の低減
  - ルータ経由数(ホップ数)を用いる
    - NTM端末とRS間の距離を調査
    - ホップ数が最少となるRSを選択し通信経路の最適化を図る
  
- ▶ 今後の予定
  - 提案手法の実装と評価

# 補足資料

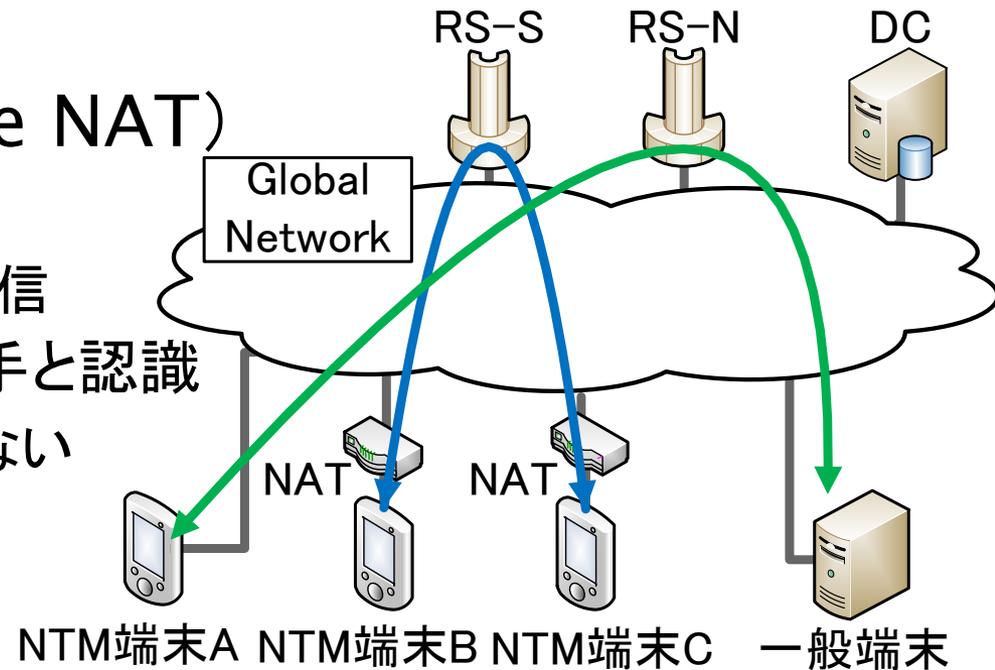
# RSの種類

## ▶ RS-S (Relay Server type Switch)

- トンネル切り替え型RS
  - 異なるNAT配下のNTM端末同士の通信
  - IPv4/IPv6の相互通信

## ▶ RS-N (Relay Server type NAT)

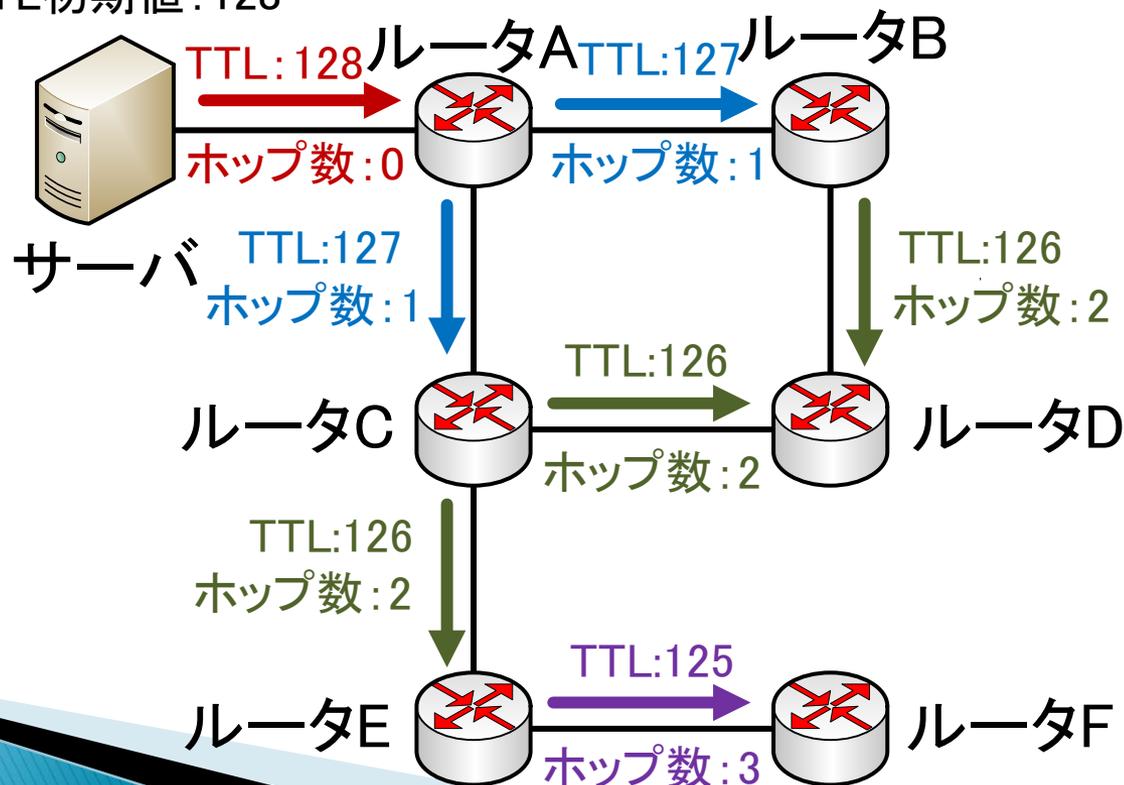
- アドレス変換型RS
  - NTM端末と一般端末間の通信
  - 一般端末はRS-Nを通信相手と認識
  - 通信中RSの切り替えができない



# ホップ数

- ▶ 通信相手到達までに経由する中継装置の数
- ▶ TTL (Time to Live)
  - 中継装置を經由するごとに値が1減少

TTL初期値: 128



# Mobile IPv4とNTMobile

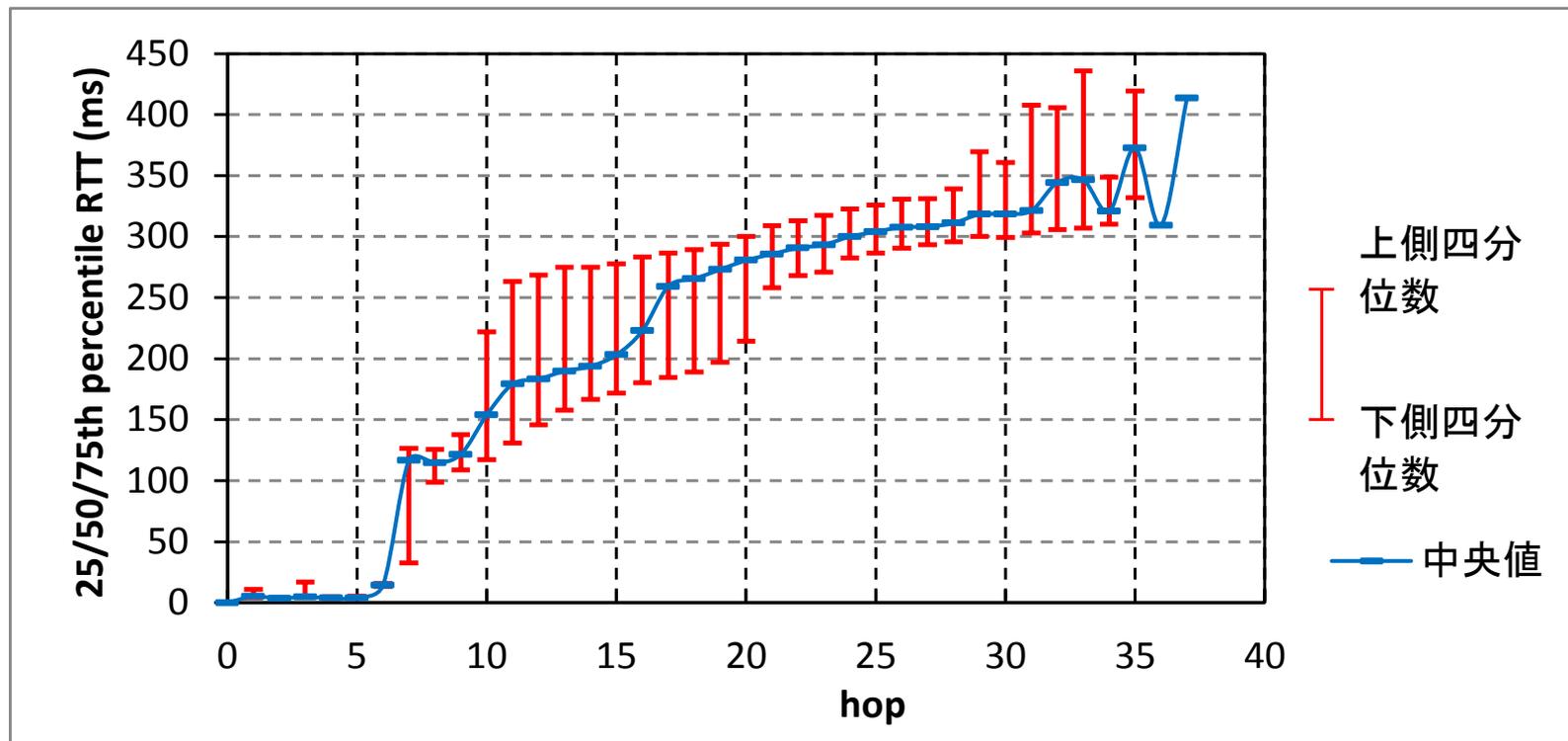
項目	Mobile IPv4	NTMobile
NAT越え	 NATの改造は不要 (ただしHoAは必ずグローバルアドレス でなければならない*1)	 NATの改造なしで実現可能
IPv4⇔IPv6	 HA経由で実現	 RS経由で実現
通信経路の最適化	 常にHA経由	 基本的に直接通信で最適経路 (ただし直接通信できない場合はRS経由)
負荷分散	 HAを選択可能 (ただし選択できるHAは1台のみ*2)	 通信相手ごとにRSの選択が可能

\*1 アドレス枯渇対策に逆行する

\*2 HAによりHoAが一意に決まるため

# ホップ数とRTTの関係性

- ▶ ホップ数が増加と共に, RTTの中央値と分布も上昇
- ▶ ネットワーク帯域, ネットワークの負荷, 経路長におけるルータ個数により変動



CAIDA (The Cooperative Association for Internet Data Analysis)

- RTT quartiles vs hop distance, Plala NTT (nrt2-jp, 東京)

[http://www.caida.org/projects/ark/statistics/nrt2-jp/med\\_rtt\\_per\\_hop.html](http://www.caida.org/projects/ark/statistics/nrt2-jp/med_rtt_per_hop.html) (2014-02-07アクセス)

Proposal of Relay Server Selection Method that Avoids  
Redundant Routes in NTMobile