

NTMobileにおける最適なリレーサーバを選択する手法の提案

110430115 三宅 佑佳
渡邊研究室

1. はじめに

移動通信端末や無線通信技術の発展により、ネットワーク環境によらず自由に通信できる技術（通信接続性）と、ネットワークを切り替えても通信を継続できる技術（移動透過性）が求められている。

通信接続性と移動透過性を同時に実現する技術として、筆者らはNTMobile（Network Traversal with Mobility）を提案している [1]。NTMobileでは、NTMobileを実装した通信端末（NTM 端末）同士の通信の場合は基本的に端末間の直接通信を行うが、相手通信端末が一般サーバであるなど、直接通信ができない場合はRS（Relay Server）を経由した通信を行う。しかし、RSを経由する場合、直接通信を行う場合と比べて通信経路が冗長になる。本論文ではNTMobile 端末と一般サーバとの通信において最適なRSを選択し、通信経路の冗長を抑制する手法を提案する。

2. NTMobile 概要

NTMobileは、NTM 端末、通信を中継するRS、NTM 端末やRSを管理するDC（Direction Coordinator）によって構成される。

NTM 端末は起動時、アドレス情報をDCに登録しておく。一般サーバに対して通信を開始する場合、NTM 端末はDCに対して経路指示を依頼する。DCはDNSの仕組みを用いて一般サーバの名前解決を行う。DCはNTM 端末とRSに対して通信の中継を指示し、NTM 端末とRSの間でトンネルを構築してRS経由の通信を行う。このとき一般サーバは、RSから通信開始されたものと認識する。NTMobileはRSの分散配置が可能であり、複数のRSから自由に選択することができる。しかし、RSを経由した通信は、通信経路が冗長になる場合がある。その為、RSの最適な選択手法を検討し、RSを経由した場合でも最短経路で通信を実現する必要がある。

3. これまでのRS 選択手法と課題

これまで、NTM 端末同士の通信において、適切にRSを選択する手法が検討されていた [2]。文献 [2]では、NTM 端末の起動時に、NTM 端末とRS間のホップ数の調査を行って、通信開始時、または通信中に移動したとき、その結果を基にホップ数が最少となるRSを選択する。しかし、NTM 端末と一般サーバが通信を行う場合、RSを通信中に切り替えることができない。その為、NTM 端末の移動によってNTM 端末とRS間のホップ数は変化し、通信経路が冗長になる可能性がある。その為、通信開始時に一般サーバとの通信と判断された場合、NTM 端末が移動した後も考慮し、最適なRSを選択する必要がある。

4. 提案方式

NTM 端末と一般サーバとの通信には、一般サーバから各RSまでのホップ数を算出し、その中からホップ数が最少となるRSを選択する。

DCがNTM 端末からの経路要求を受信し、通信相手が一般サーバであることが判明した場合、DCはホップ数調査をRSに指示する。図1にRSから一般サーバまでのホップ数調査の動作シーケンスを示す。DCは一般サーバの名前

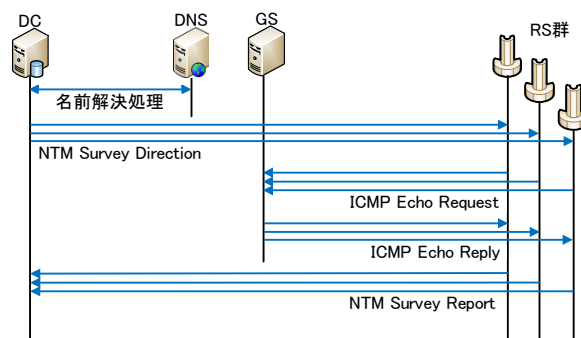


図 1: ホップ数調査の動作シーケンス

解決を行った後、各RSに対してNTM Survey Directionを送信し、ホップ数調査の指示を送る。指示を受け取った各RSは、一般サーバに対してICMP Echo Requestを送信する。ICMP Echo Replyが各RSに返ると、各RSは一般サーバまでのホップ数を算出する。ホップ数は、一般サーバから返ってきたIPヘッダの中のTTL（Time to Live）を用いて算出する。各RSはDCに対してNTM Survey Reportを送信し、ホップ数調査の結果をDCに伝える。RSからホップ数調査の結果を受信したDCは、ホップテーブルに記録する。

DCは上記調査結果を基にして、RSから一般サーバまでのホップ数が最少となるRSを選択する。RSの選択後、DCはNTM 端末とRSに対して通信の中継を指示し、最適なRS経由の通信を行う。

5. 実装

DC、RSに実装されているNTM デーモンを拡張し、ホップ数調査を行うモジュールをプロトタイプとして実装した。

DCのNTM デーモンには、ホップ数調査の結果を基に、適切なRSを選択する処理を追加した。RSのNTM デーモンには、Raw socketを用いてICMP Echo Request/Replyを送受信し、受信したIPヘッダからTTLを取得する処理を追加した。

6. まとめ

NTM 端末と一般サーバとの通信時に、ホップ数を用いた通信経路の冗長化を抑制するRSの選択手法を提案した。RSから一般サーバまでのホップ数を最少にすることによって、RSを経由した通信において、NTM 端末が移動した後も最短経路で通信を実現することができる。

参考文献

- [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, Jan.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を 選択する手法の提案

名城大学 理工学部 情報工学科 渡邊研究室

110430115

三宅 佑佳



研究背景

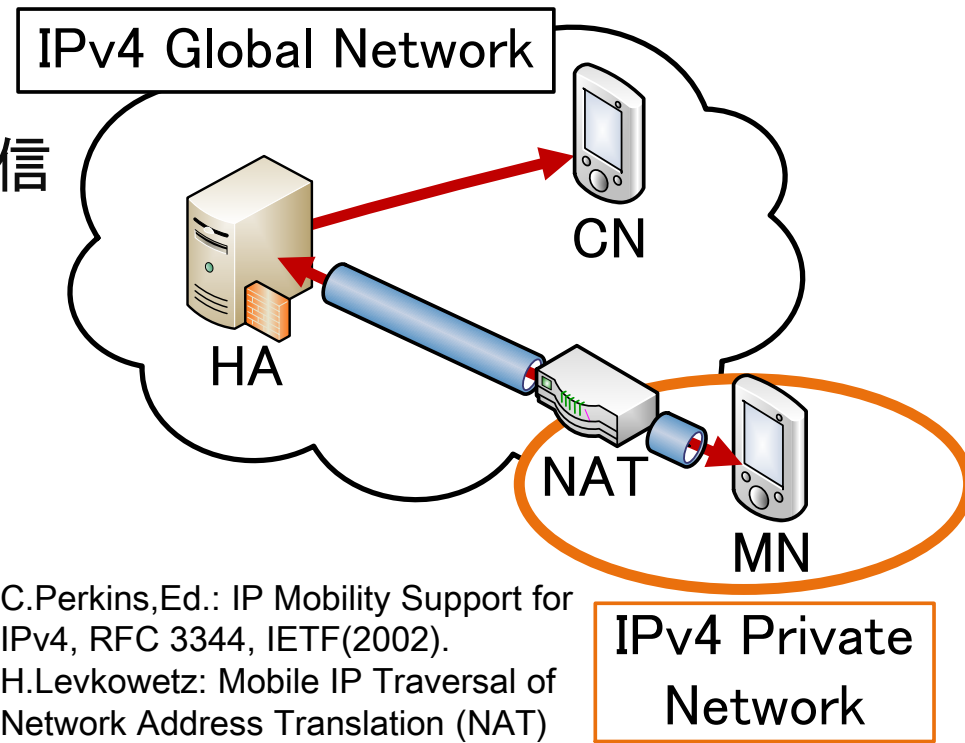
- ▶ ネットワーク接続の需要の増加
 - 現在の主流はIPv4ネットワーク
 - IPv4アドレス枯渇問題
 - ▶ NAT(Network Address Translation)が必須

- ▶ 通信接続性と移動透過性の要求
 - ネットワーク環境によらず確実に通信の開始が可能
 - ネットワークを切り替えても通信の継続が可能
 - ▶ 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

既存技術 Mobile IPv4

- ▶ HA (Home Agent)
 - アドレス管理と通信中継を行う装置
 - ホームネットワーク内に設置
 - MN起動時に選択
- ▶ HoA (Home Address)
 - HAが移動端末MNに配布
 - 相手端末CNはHoA宛に通信
- ▶ 課題
 - HoAとしてMNごとにグローバルアドレスが必要
 - ▶ アドレス枯渇問題に逆行
 - 常にHA経由の通信

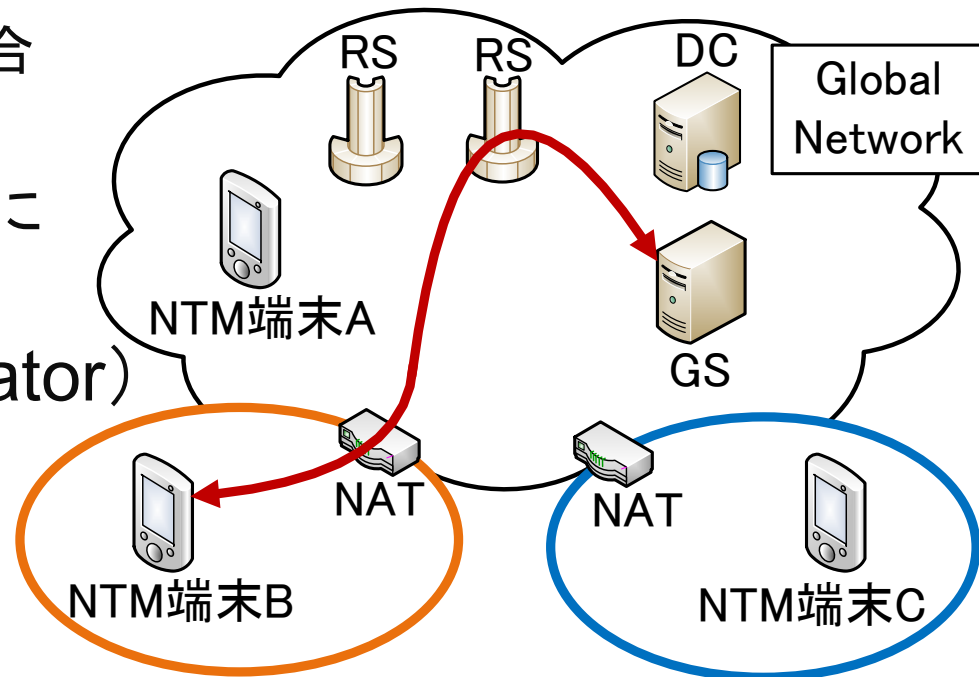


C.Perkins,Ed.: IP Mobility Support for IPv4, RFC 3344, IETF(2002).
 H.Levkowitz: Mobile IP Traversal of Network Address Translation (NAT) Devices, RFC 3519, IETF(2003).

MN (Mobile Node) : 移動端末
 CN (Correspondent Node) : 相手端末

NTMobile (Network Traversal with Mobility)

- ▶ NTM端末 (NTMobile Node)
 - 仮想IPアドレスにより通信を識別
 - 基本的に直接通信
- ▶ RS (Relay Server)
 - 直接通信できない場合の通信の中継
 - ▶ 一般サーバとの通信の場合
 - 通信毎に自由に選択可能
 - グローバルネットワーク上に分散配置可能
- ▶ DC (Direction Coordinator)
 - アドレス情報の管理
 - NTM端末やRSの管理



GS (General Server) : 一般サーバ

研究の目的と提案

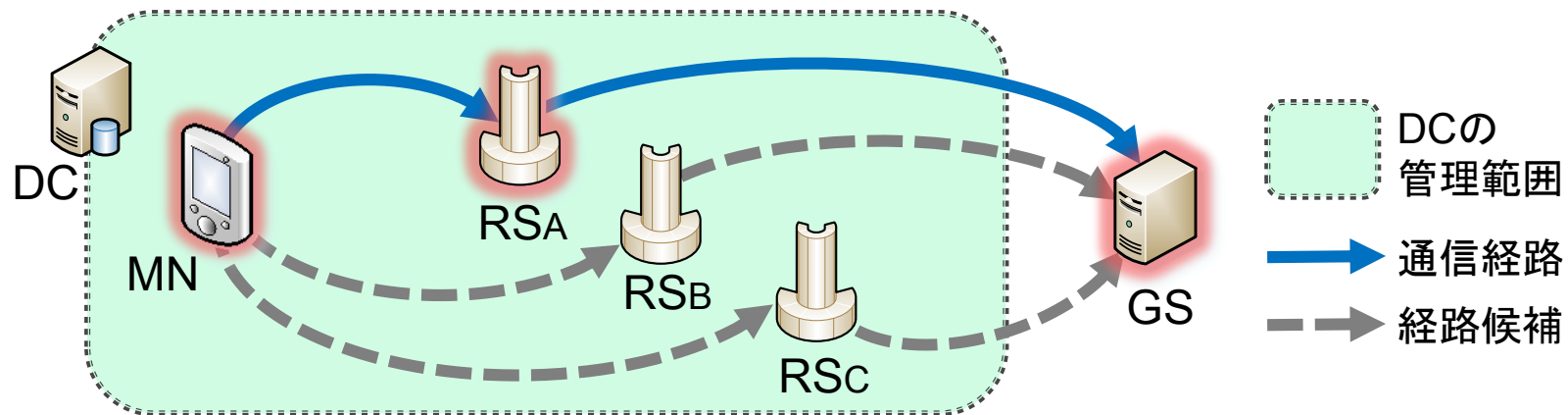
- ▶ RSを経由する通信は直接通信よりも経路が冗長
- ▶ RSの選択手法が不十分



- 最適なRS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

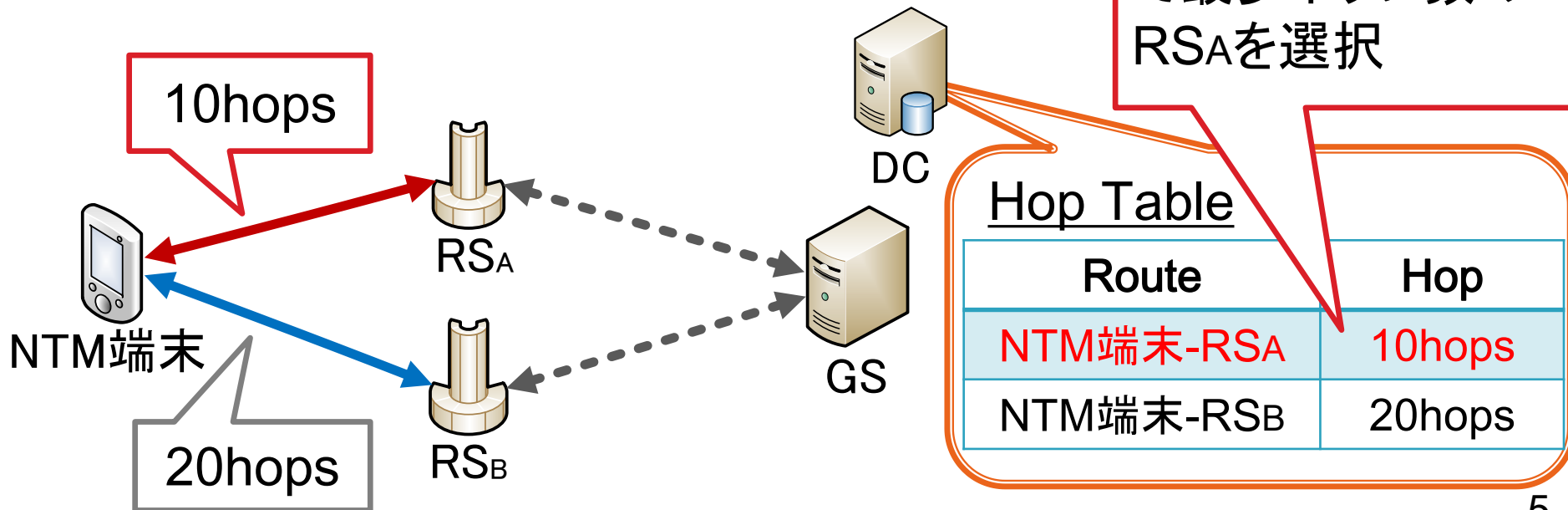
- ルータ経由数(ホップ数)を用いる
 - ▶ 通信端末とRS間の距離を調査
 - ▶ ホップ数が最少となるRSを選択し通信経路の最適化を図る



これまでのRSの選択

▶ NTM端末と一般サーバの通信

- 移動端末であるNTM端末～各RS間のホップ数を算出
- 最少ホップ数となるRSの選択
 - ▶ DCのHop Tableを基に選択
- 通信中RSの切り替えができない
 - ▶ 一般サーバはRSを通信相手と認識して通信
 - ▶ **NTM端末移動後**の通信経路冗長化が懸念



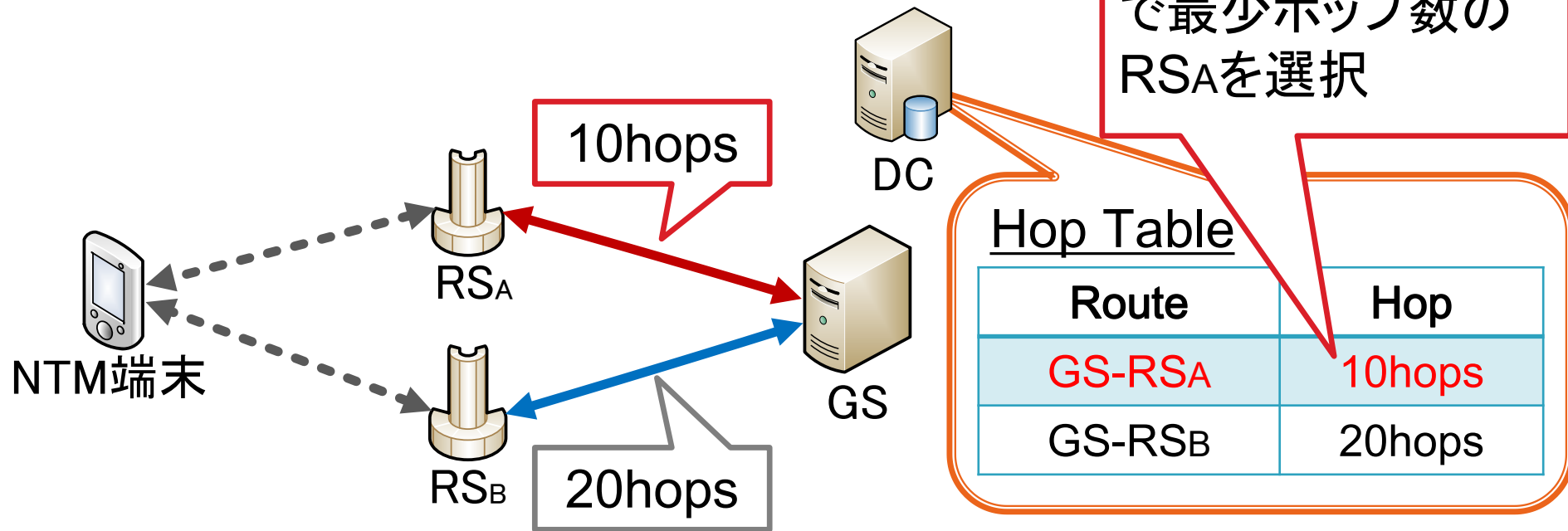
提案するRS選択

▶ NTM端末と一般サーバの通信

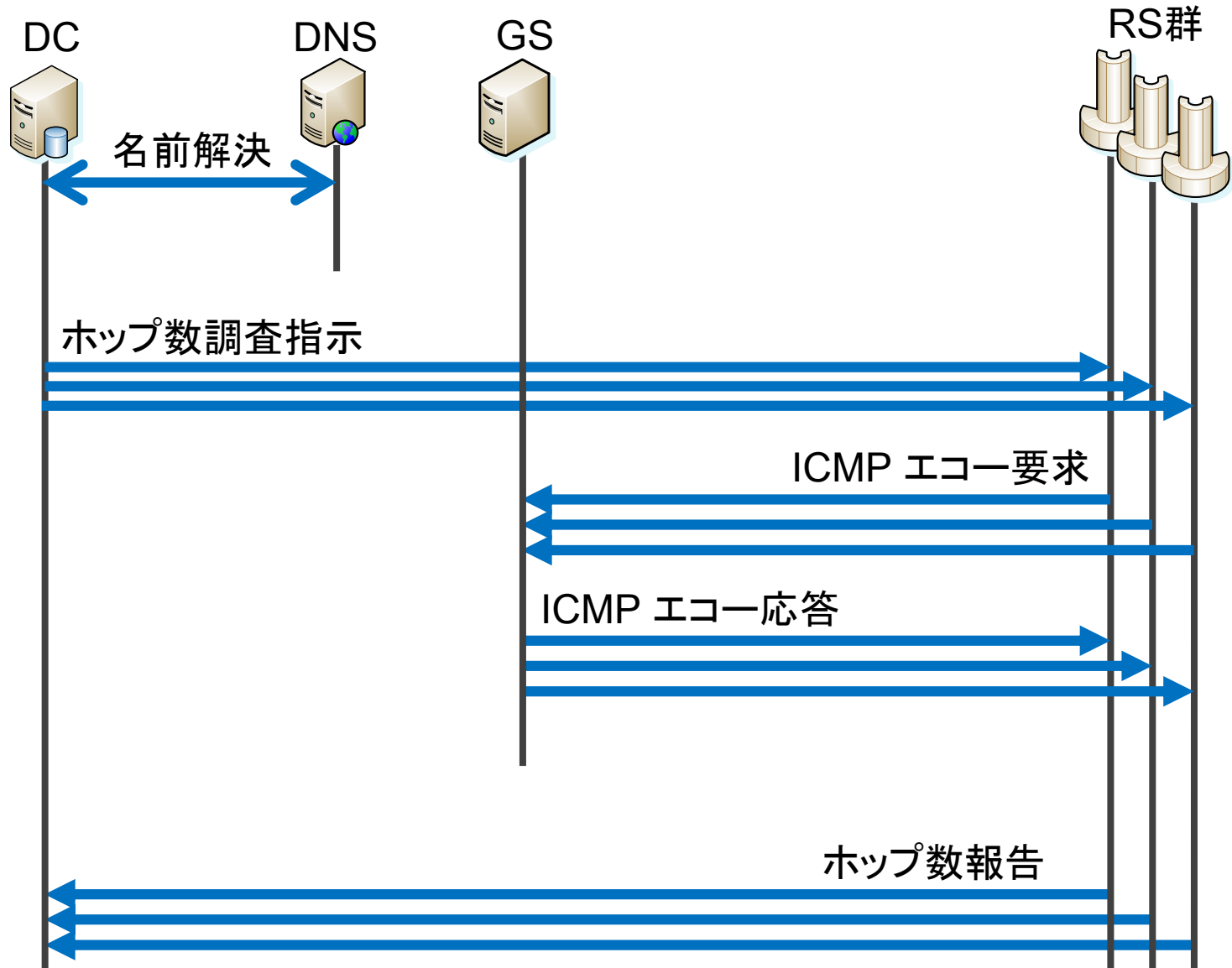
- 移動しない一般サーバ～各RS間でホップ数を算出
- 最少ホップ数となるRSの選択
 - ▶ DCのHop Tableを基に選択

➡ NTM端末移動後も通信経路冗長化を抑制することができる

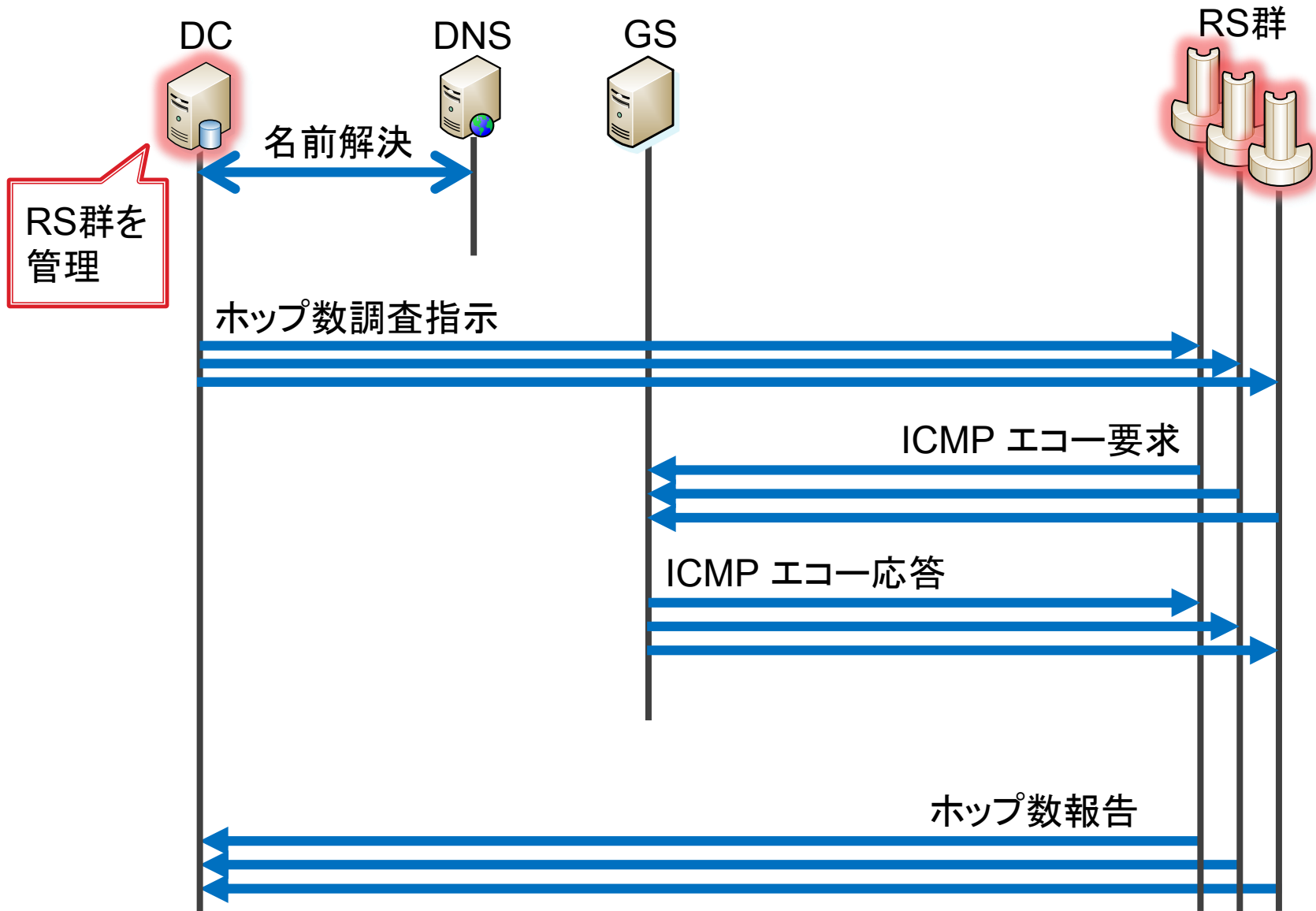
一般サーバとRS間で最少ホップ数のRSAを選択



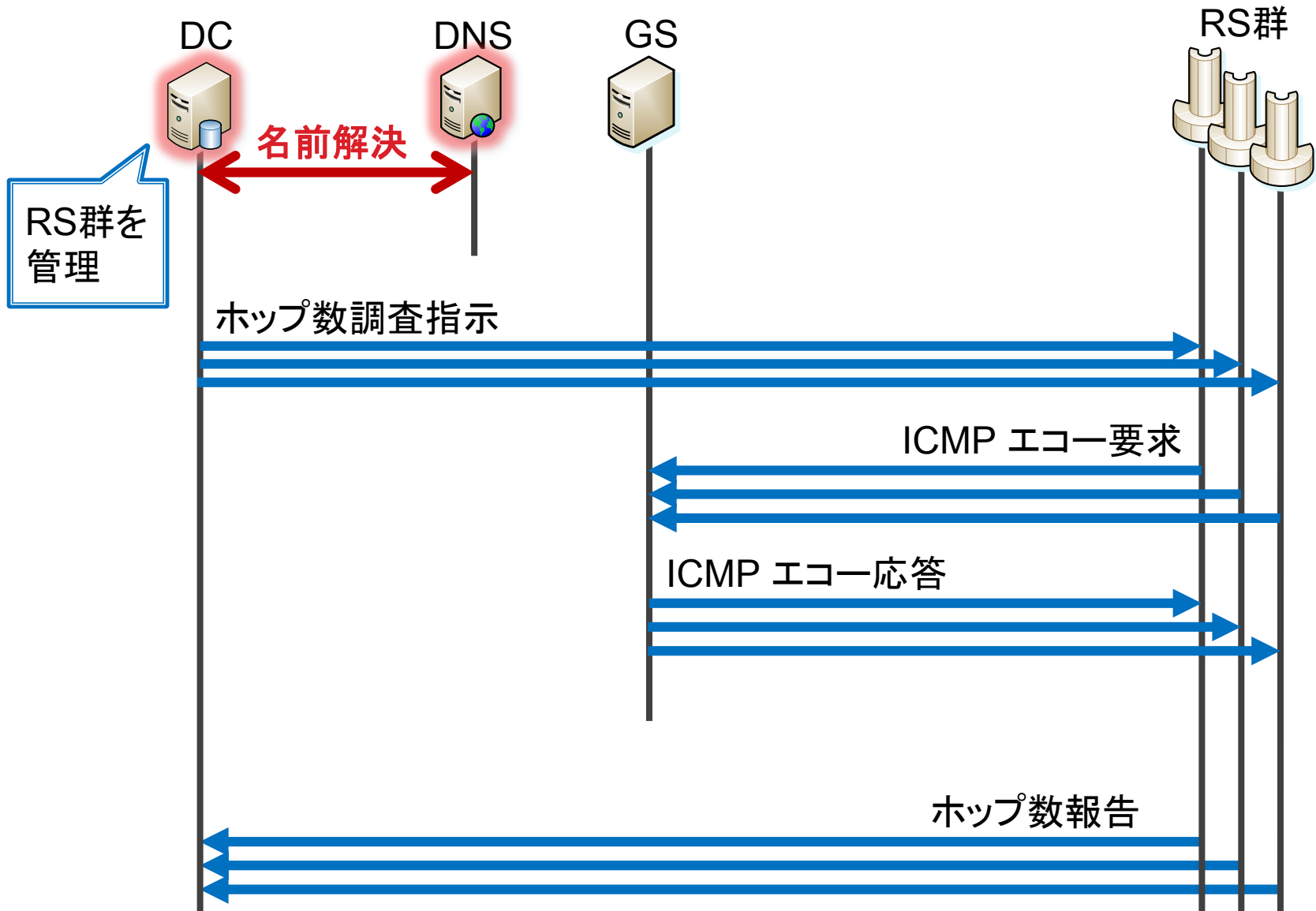
一般サーバとRS間のホップ数調査



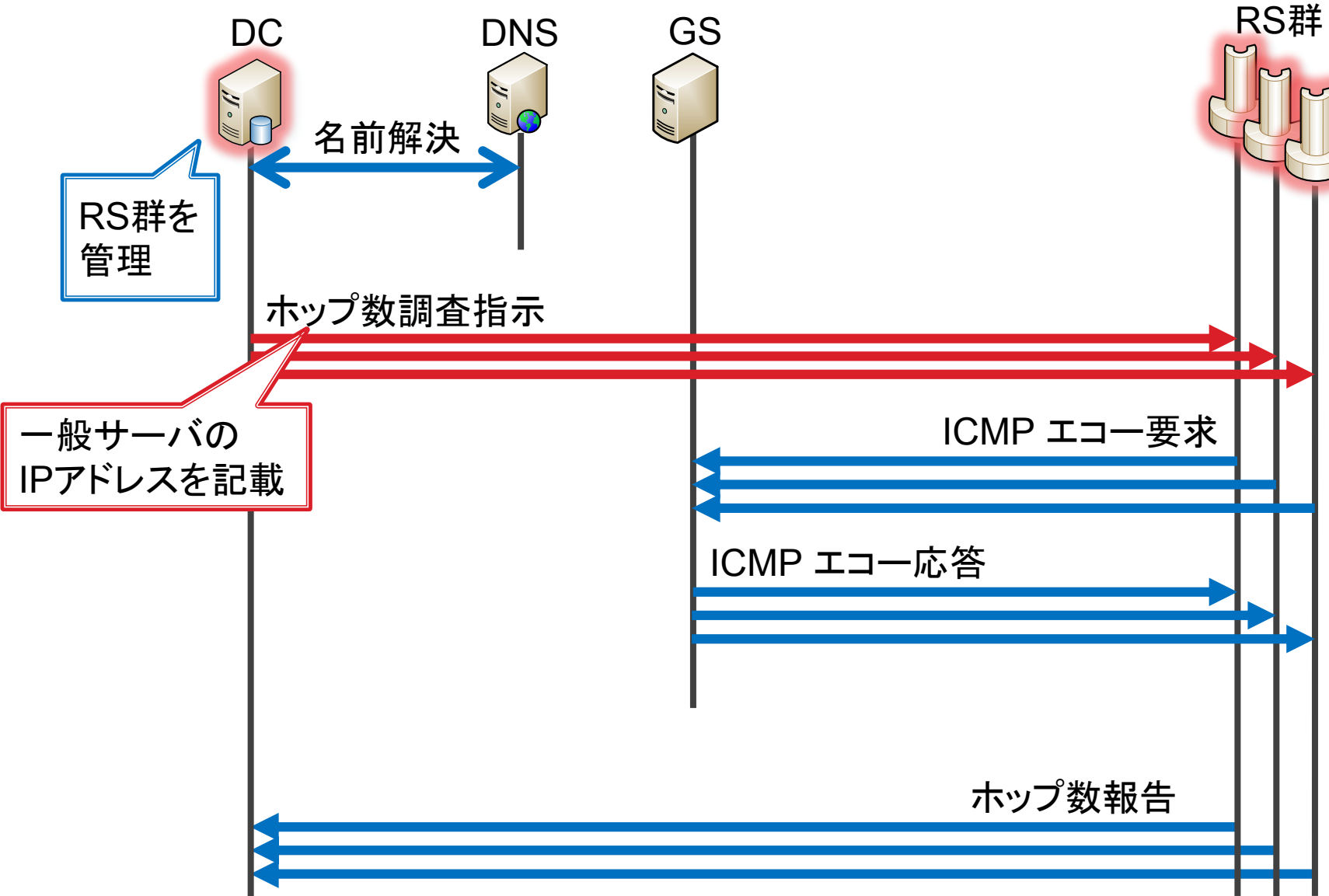
一般サーバとRS間のホップ数調査



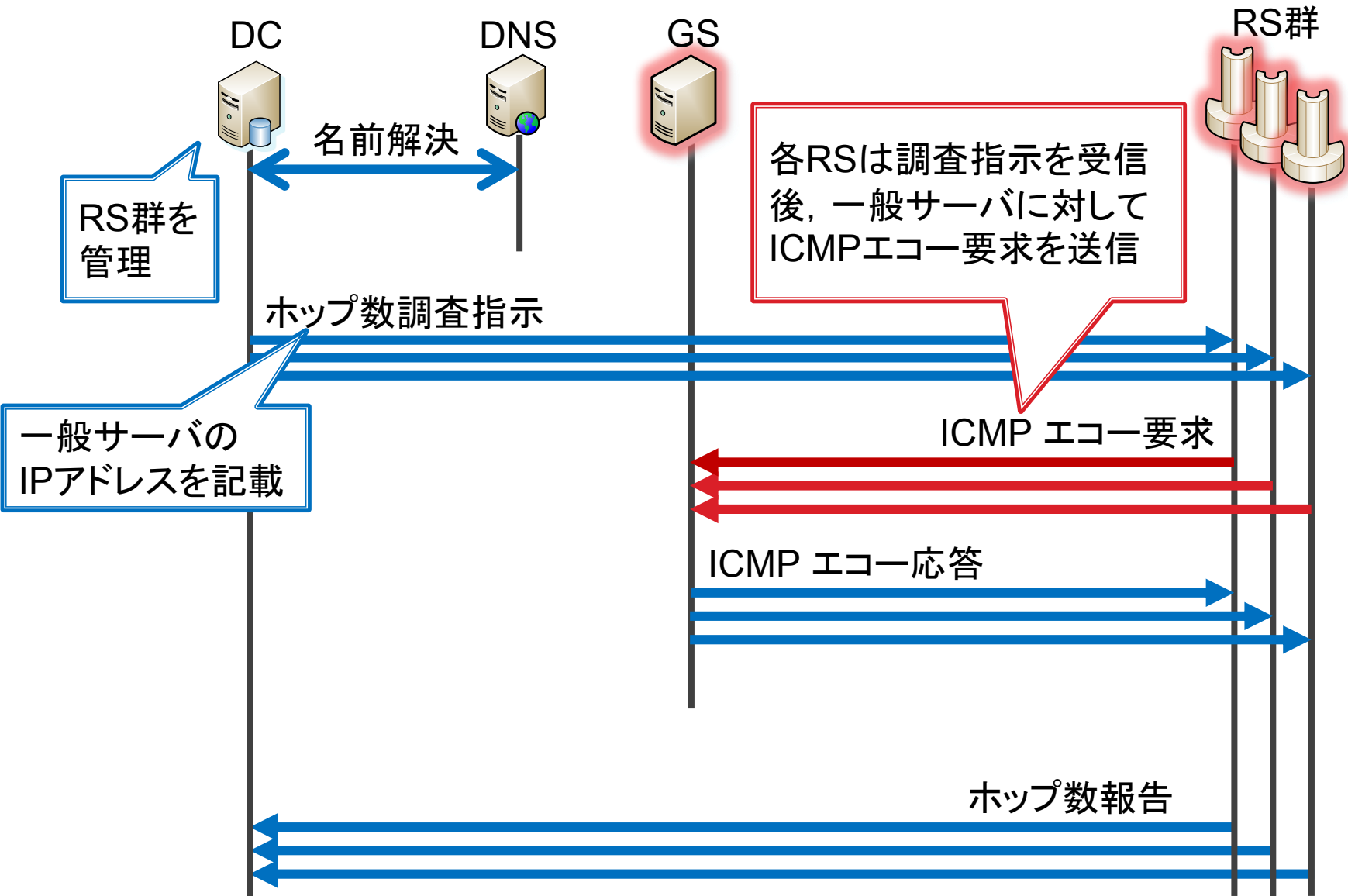
一般サーバとRS間のホップ数調査



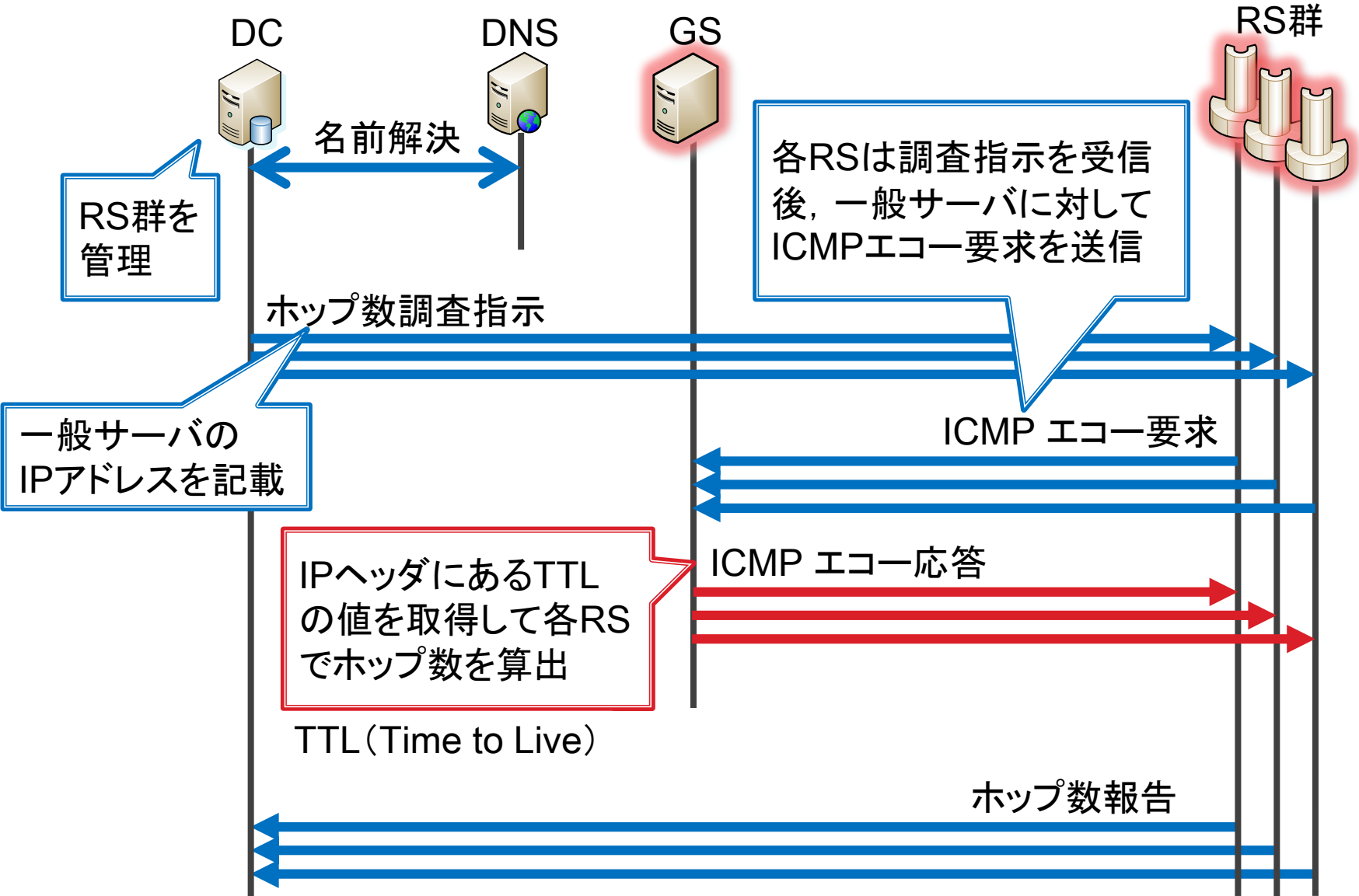
一般サーバとRS間のホップ数調査



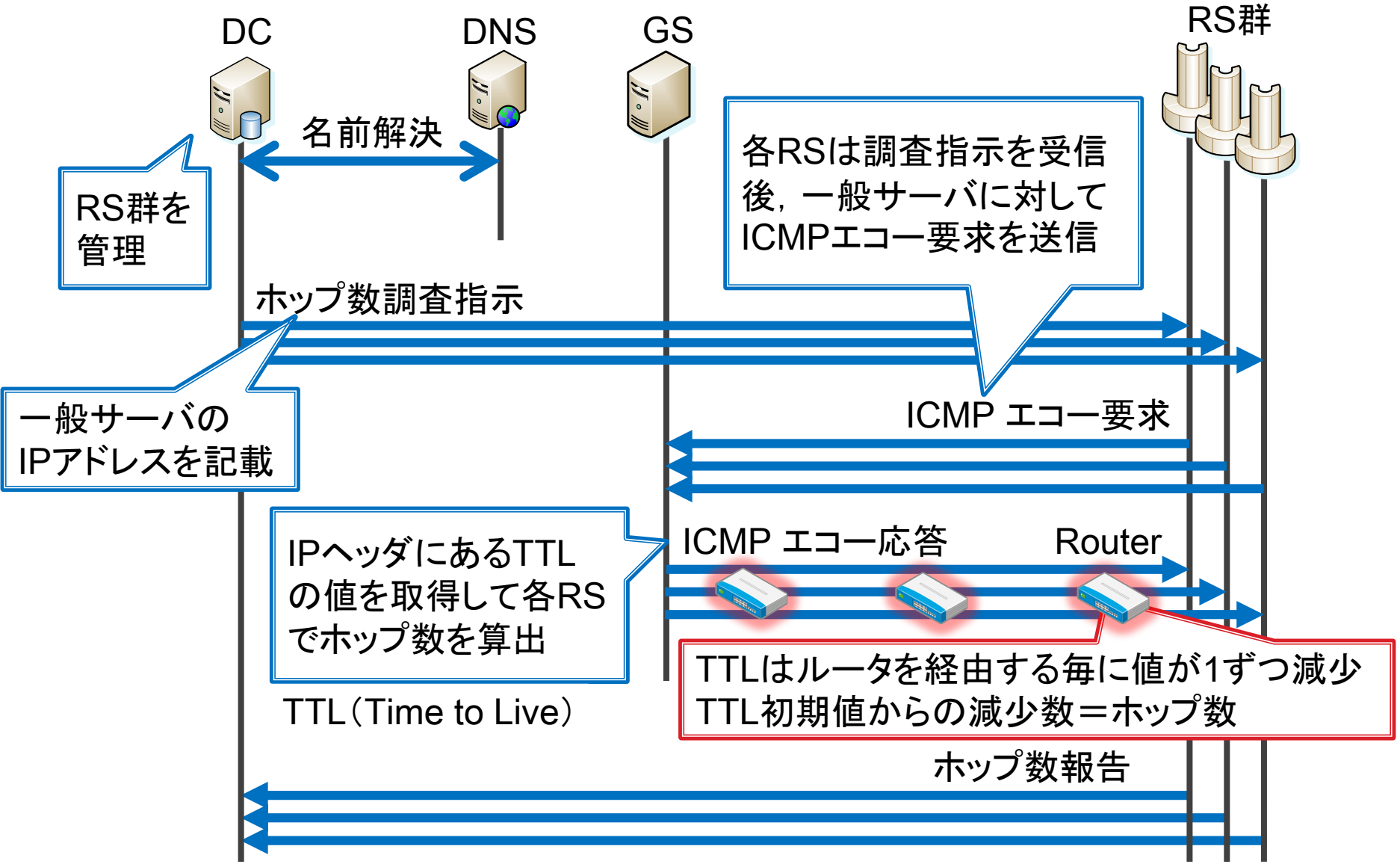
一般サーバとRS間のホップ数調査



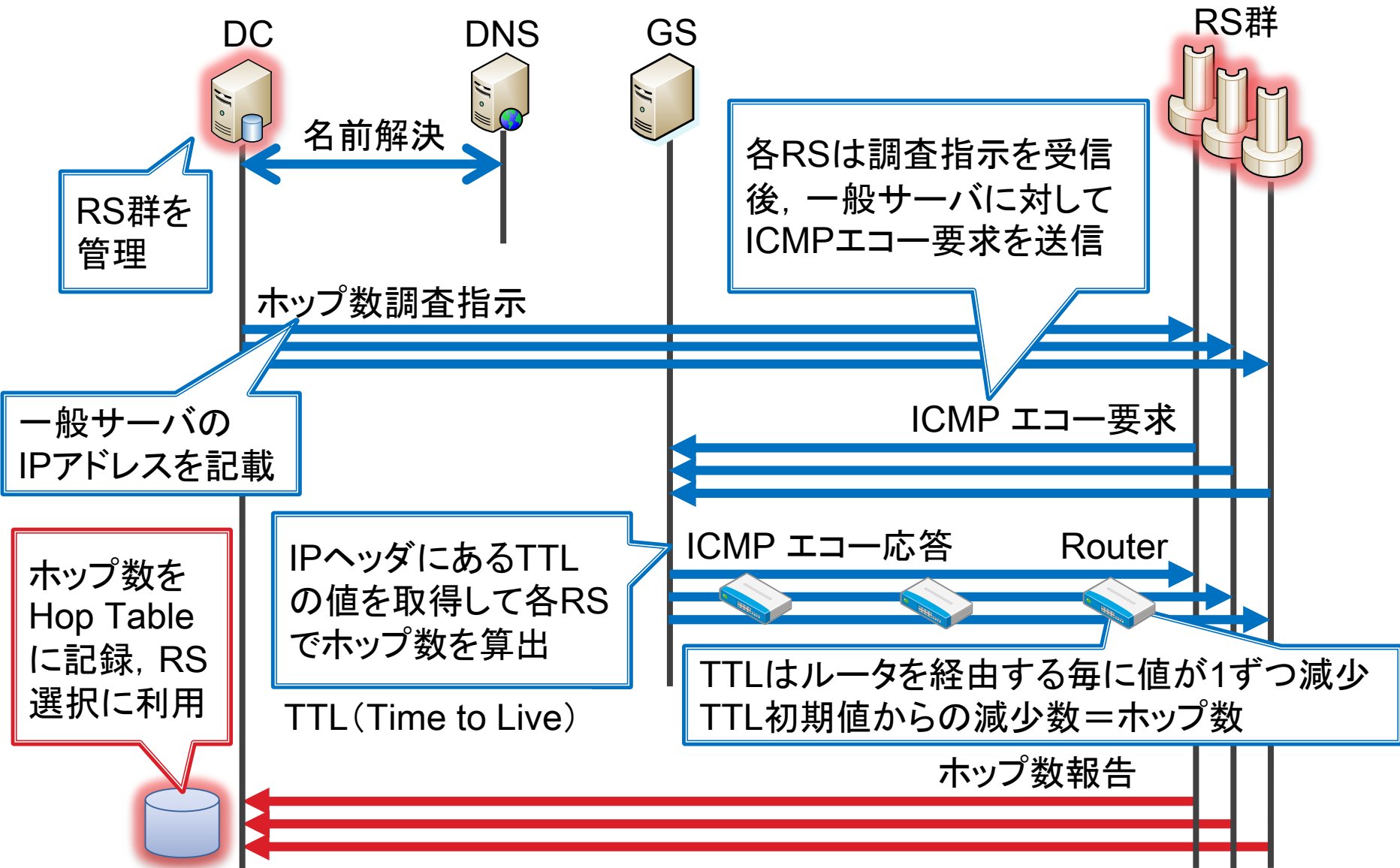
一般サーバとRS間のホップ数調査



一般サーバとRS間のホップ数調査

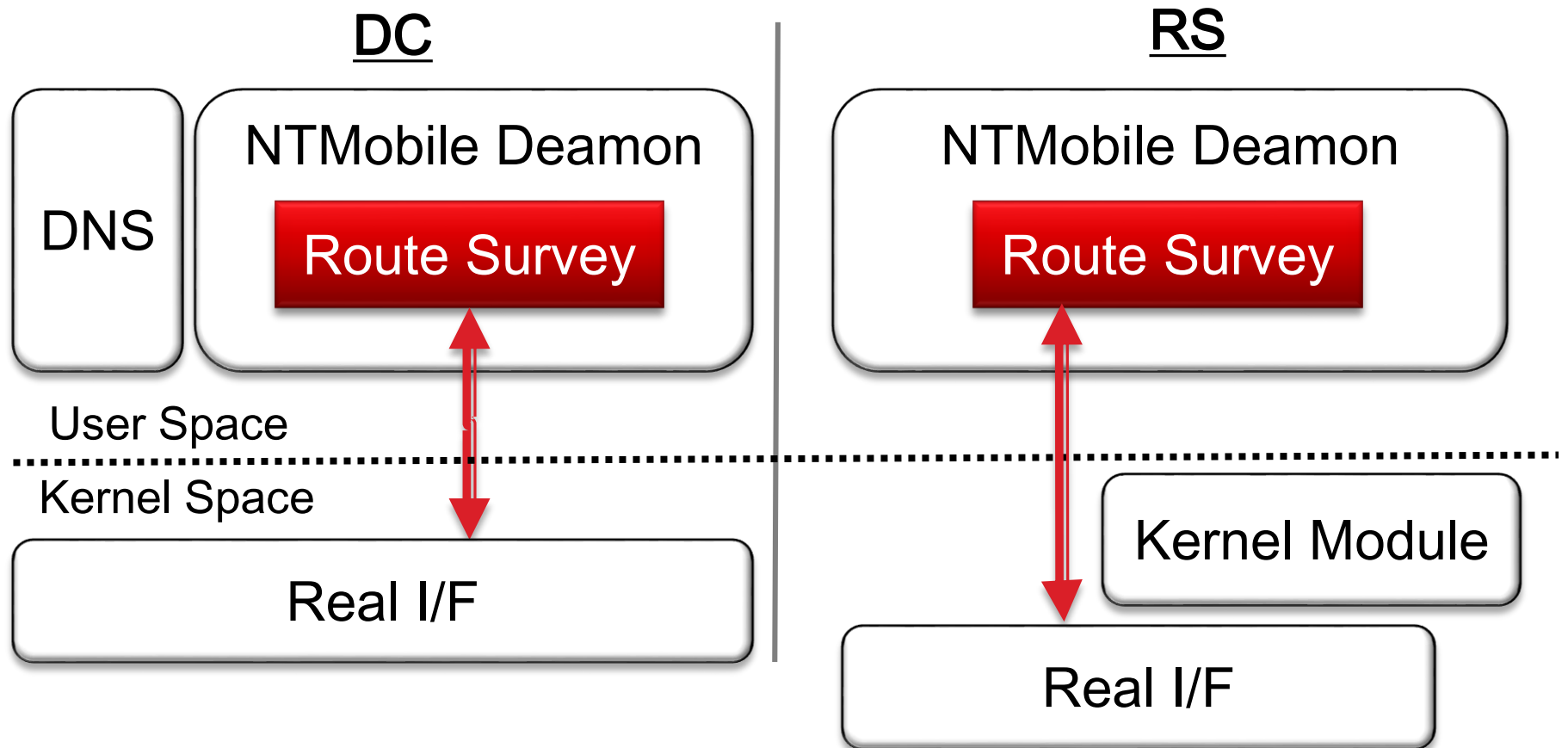


一般サーバとRS間のホップ数調査



提案方式のプロトタイプ実装

- ▶ NTMデーモンに, ホップ数調査モジュールを追加
 - IPv4上のRS選択に対応



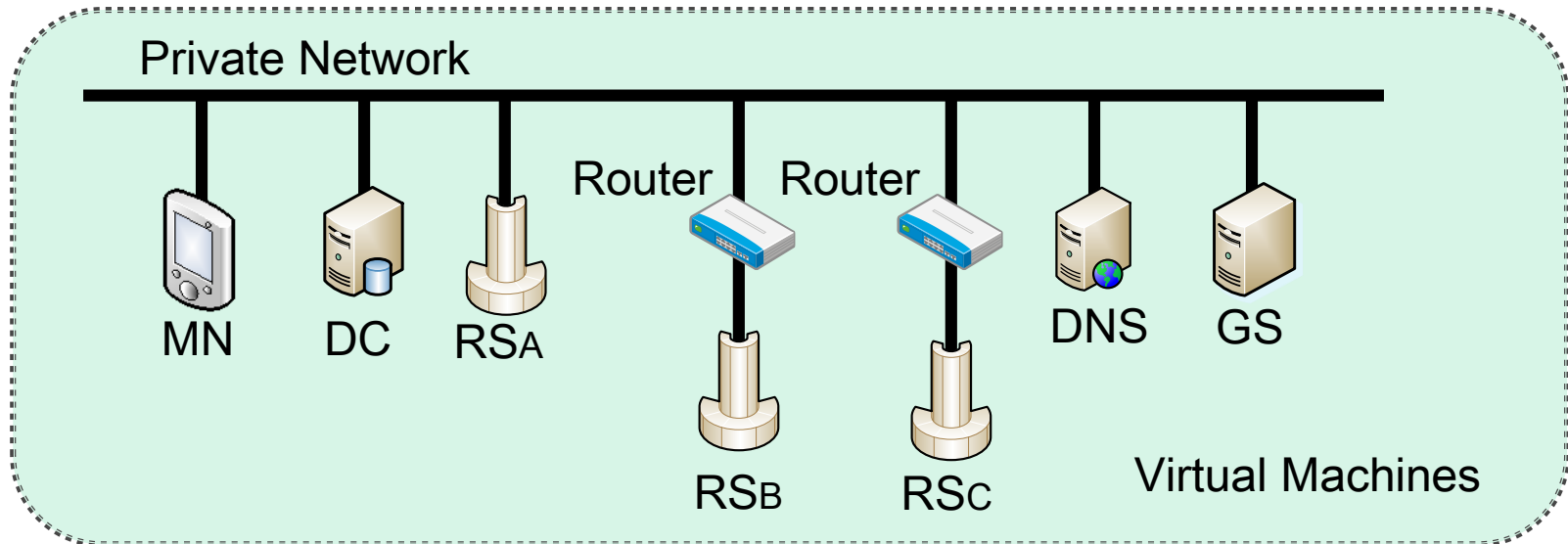
性能評価における装置仕様

ホストPC

OS	Windows 7 64bit
CPU	Intel Core i7-2600 3.40GHz
メモリ	8.00GB

仮想マシン

	DC, MN, GS, DNS, RSA, RSB, RSc, Router
OS	Ubuntu 10.04 32bit
Kernel Version	2.6.32-24-generic
CPU割り当て	各1Core
メモリ割り当て	各1GB

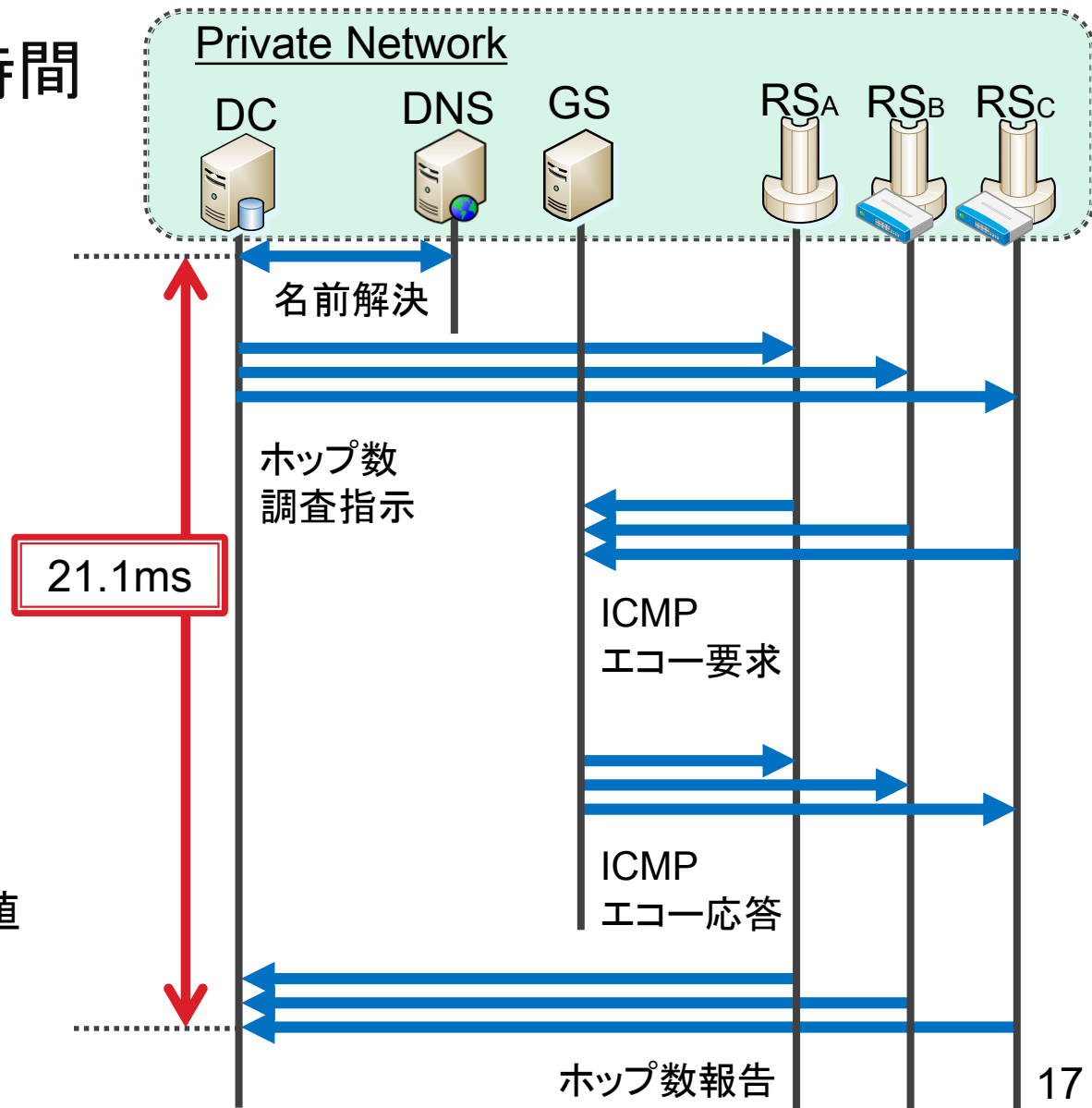


全ての装置を1つのホストPC上に仮想マシンで構築

ホップ数調査の性能評価(1)

▶ ホップ数調査実施時間

- 調査開始～調査完了
仮想環境: **21.1ms***



* ホップ数調査: 25回試行平均値

ホップ数調査の性能評価(2)

▶ ホップ数調査実施時間

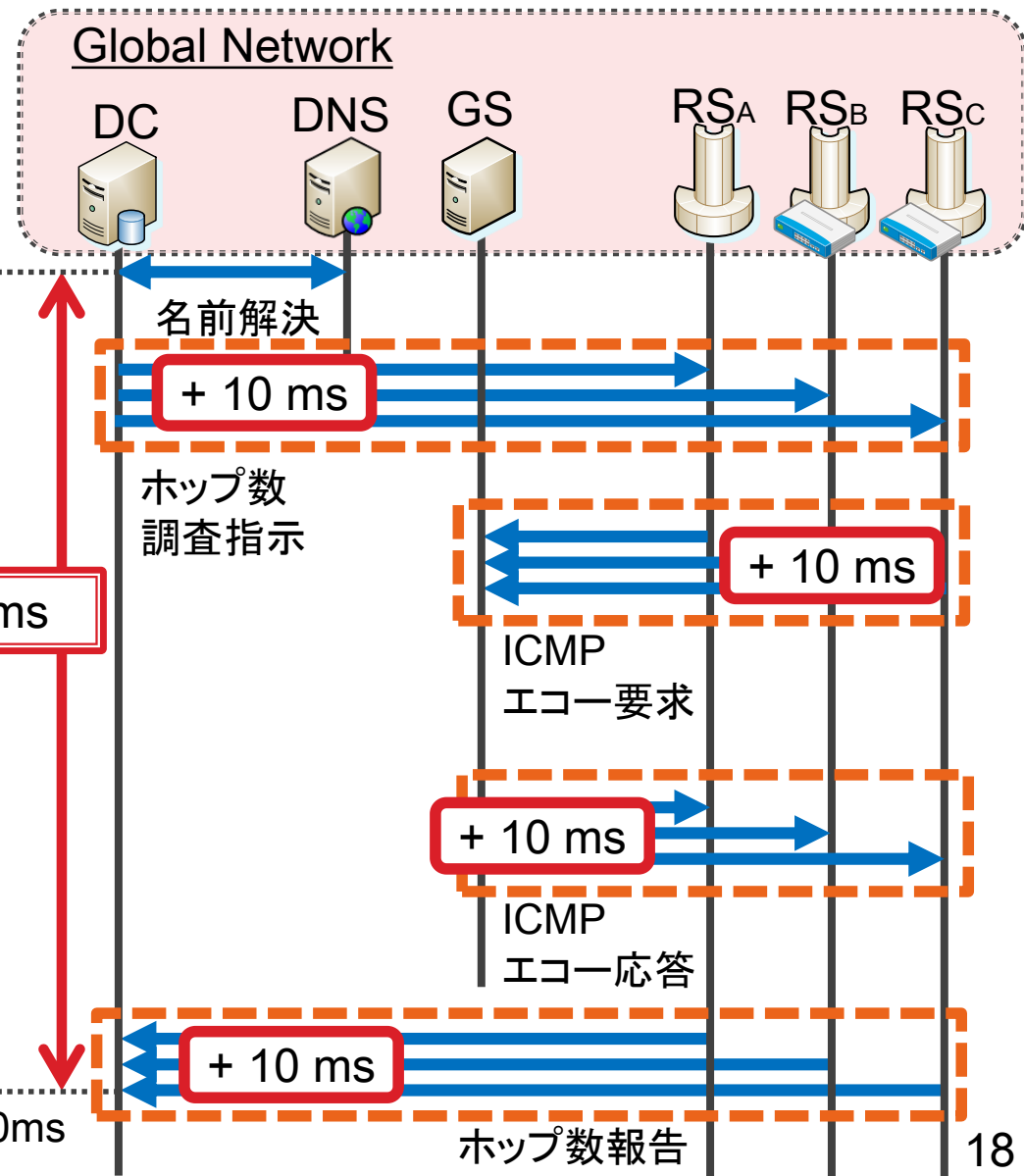
- 調査開始～調査完了
仮想環境: 21.1ms
実環境予測: **61ms***

▶ MN-GS間の通信時間

- MNより通信開始
～MN-GS間のデータ通信
実環境予測: 489ms*

▶ ホップ数調査時間は MN-GSの通信時間の内 **12.5%**を占める

* 実環境予測 : 国内グローバル
ネットワークを想定



※日本国内グローバルネットワークRTT: 約20ms

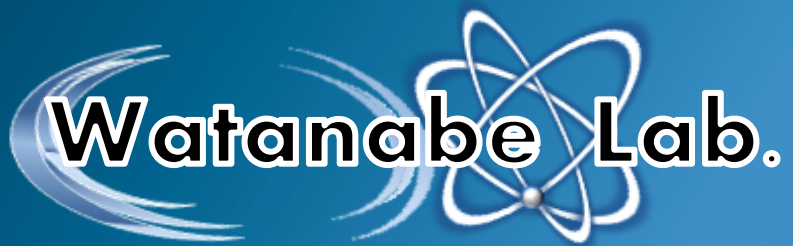
まとめ

- ▶ 一般サーバとの通信時におけるRS選択手法
 - RSから一般サーバまでの間のホップ数を調査
 - ▶ 通信経路においてホップ数が最少となるRSを選択
 - NTM端末が移動後も経路冗長化の抑制が可能
 - ▶ ネットワーク負荷の低減
 - ▶ スループットの向上

- ▶ 実装と評価
 - ホップ数調査のプロトタイプを実装
 - 仮想環境にて正常に動作することを確認

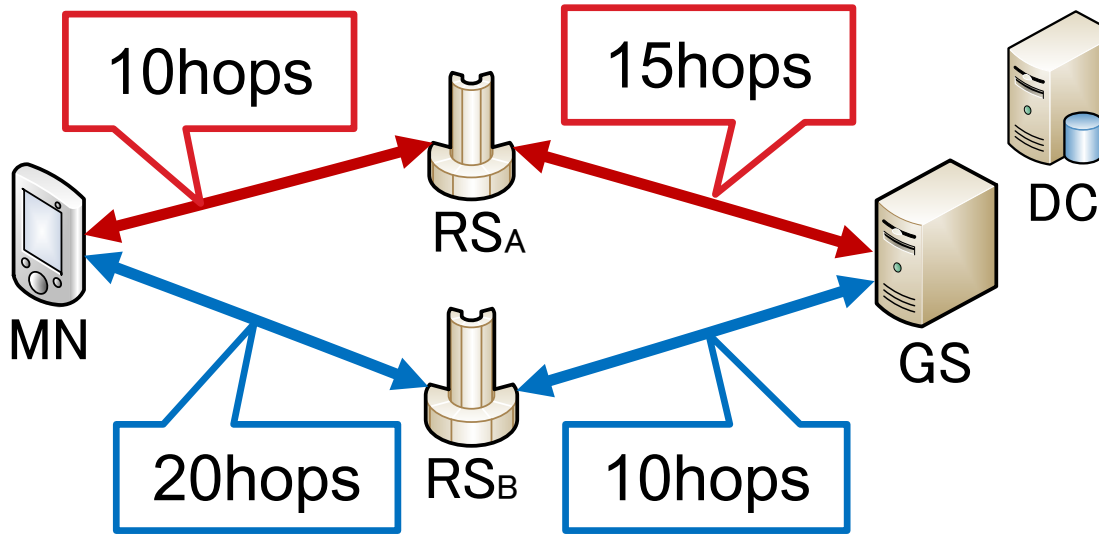
- ▶ 今後の予定
 - 実環境における有用性の検証

補足資料



RSの選択について

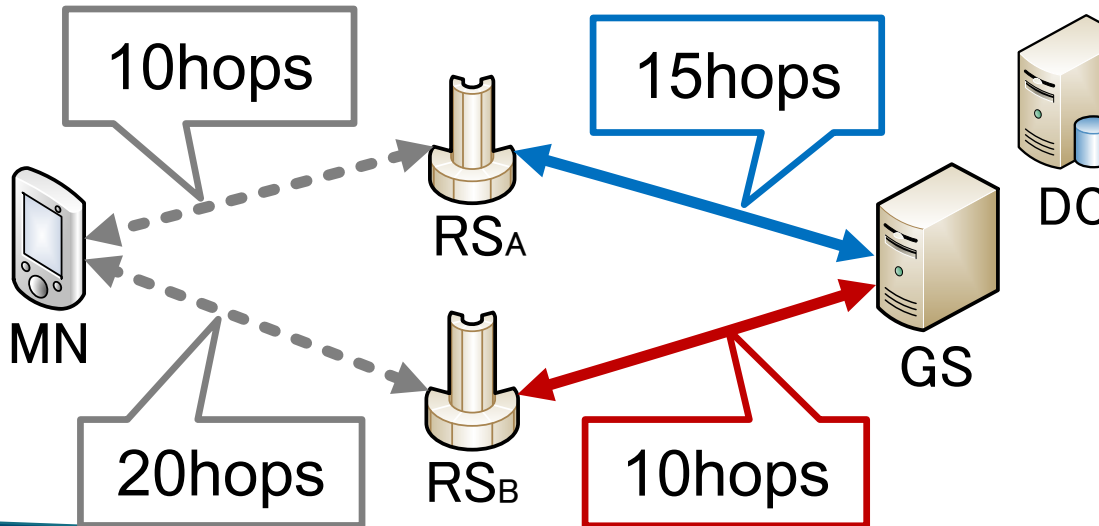
▶ MN～GSまで総経路ホップ数により選択した場合



Hop Table

Route	RS	Hop
MN-GS	RSA	25hops
MN-GS	RSB	30hops

▶ GS～各RSまでのホップ数により選択した場合



Hop Table

Route	Hop
GS-RSA	15hops
GS-RSB	10hops

通信経路の評価指標の比較

	RTT	ホップ数
通信遅延との関係	○ 往復通信遅延そのもの	○ ルータ経由数が多いほど 伝送遅延・処理遅延発生
測定方法	△ パケットの往復	○ 1つのIPパケットの送信
3Gネットワークとの相性 (帯域幅, 指標のぶれ)	× 多数の往復が必須	○ 設備依存のため安定
総合評価	× 頻繁な移動により ネットワークと端末に負荷	○ 低負荷で安定した 調査が可能

関連研究との比較

	Mobile IPv4	NTMobile
IPv4グローバルアドレスの消費	<p>×</p> <p>HA・端末すべてが利用</p>	<p>○</p> <p>DC・RSが分散利用</p>
中継装置の分散配置	<p>△</p> <p>ホームネットワークに限定</p>	<p>○</p> <p>自由に可能</p>
中継装置の選択	<p>△</p> <p>限定的選択・変更不可</p>	<p>×</p> <p>➡</p> <p>○</p> <p>最適なRSを選択可能</p>
通信相手毎の中継装置割り当て	<p>×</p> <p>利用可能なHAは1つのみ</p>	<p>×</p> <p>➡</p> <p>○</p> <p>通信相手毎に最適なRSを利用</p>

NTM端末と一般サーバの通信

