

物理ネットワークを意識した リング状アプリケーションレイヤマルチキャストの提案

菅沼 良一^{†1} 鈴木 秀和^{†1} 内藤 克浩^{†2} 棚田 慎也^{†1} 渡邊 晃^{†1}
^{†1} 名城大学大学院理工学研究科 ^{†2} 愛知工業大学情報科学部

1 はじめに

動画コンテンツの配信など、容量の大きいデータを複数の端末に送信する機会の増加に伴い、ネットワーク資源をより効率よく使用することが必要となっている。

この問題を解決する手段として、IP マルチキャストが挙げられる。しかし IP マルチキャストはルータが機能を保持する必要があるため、普及していない。これに対し、アプリケーション層でマルチキャストを行う、ALM(Application Layer Multicast) が提案されている。しかし、既存の ALM は、ネットワークの物理構成を意識せずに経路を生成するため、伝送効率が悪く、送信元を変更する際は、経路を再生成する必要がある。

そこで本稿では、IP アドレスに基づき、端末間をリング状に接続することで経路を生成するマルチキャスト方法を提案する。グループに所属する全てのメンバーがマルチキャストの送信者であり、効率的な経路を通るマルチキャストを実現できる。リング状に接続する場合、端末台数が増加すると、遅延もそれに比例して増加する。そこで、遠隔授業などにおいて、リスンオンリーの端末が存在する点に着目し、通信経路を、リアルタイム性が要求される上位層と、リスンオンリーの下位層に分け、上位層のみをリング状に接続する。この方法により、上位層の端末台数が一定数以下であれば、遅延を意識することなく、テレビ電話やテレビ会議などを実現できる。

尚、本提案では端末間通信に、NAT 越え通信や、IPv4/IPv6 間の通信を可能とする NTMobile を利用する。

2 提案方式

2.1 ネットワーク構成

提案方式のネットワーク構成を図 1 に示す。提案方式では、Private IPv4, Global IPv4, IPv6 が混在した環境の中で、マルチキャストを行うことを想定する。全ての端末は、NTMobile の機能を実装しているものとする。GMS(Group Management Server) は、マルチキャストグループを管理する装置である。図 1 では、NTM1 が Global IPv4 グローバル、NTM2, 3 が Private IPv4,

NTM4 が IPv6 に位置し、リング状にマルチキャスト用の通信経路が生成されている。リスンオンリーの端末は NTMi 配下に直線上に経路が生成されている。

2.2 NTMobile

NTMobile では、NTM 端末がどのような環境にいても相互に最適な経路での通信が可能であることが保証されている。NTM 端末には仮想 IP アドレスが割り当てられ、全ての通信を実 IP アドレスでカプセル化し、トンネル通信を行うという特徴がある。NTMobile の詳細動作については本稿では省略する。

2.3 GMS

GMS はマルチキャストグループの生成、グループ情報の管理とグループ鍵の生成や配送を行う。GMS は、グループを識別するグループ ID, グループメンバーの情報(FQDN, Private/Global IPv4/IPv6 アドレス), メンバーのログインステータスなどの情報を保持している。

2.4 マルチキャスト経路の生成方法

マルチキャストを行うに当たり、GMS は上位層の端末同士がリング状に繋がるよう、経路を決定する。GMS は各グループメンバーを IP アドレス順にソートする。経路生成の手順は以下の通りである。

1. IPv6 アドレスしか持たない端末を抽出する
2. 抽出された端末の IPv6 アドレス順にソートする
3. NAT のグローバル IPv4 アドレスを持つ端末と、グローバル IPv4 アドレスのみを持つ端末を抽出する
4. 抽出したグローバル IPv4 アドレスをソートする
5. 同一 NAT 配下のプライベート IPv4 アドレスを持つ端末を抽出する
6. 抽出した端末の IPv4 アドレスをソート
7. 全ての NAT に対して、5, 6 の処理を実行する

2.5 マルチキャストシーケンス

図 2 にマルチキャスト経路生成シーケンスを示す。図 2 では、各メンバーのマルチキャストへのグループ登録は既に終了しているものとする。

NTM1 は、グループを代表してマルチキャストの開始を GMS に要求する。GMS は、グループメンバー間の経路を決定する。図 2 では NTM1 → NTM2 → NTM3 → NTM4 → NTM1 の順となる。次に GMS は 2.4 節に従い、各グループメンバーに経路指示として次ノードの FQDN を指示する。FQDN を指示する理由は、

Realization of Multicast Functions in NTMobile

Ryoichi Suganuma^{†1}, Hidekazu Suzuki^{†1}, Katsuhiko Naito^{†2}, Shinya Tanada^{†1}, Akira Watanabe^{†1}

^{†1} Graduate School of Science and Technology, Meijo University

^{†2} Faculty of Information Science, Aichi Institute of Technology

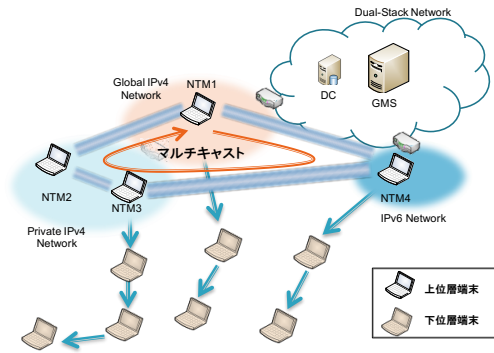


図1 提案方式のネットワーク構成

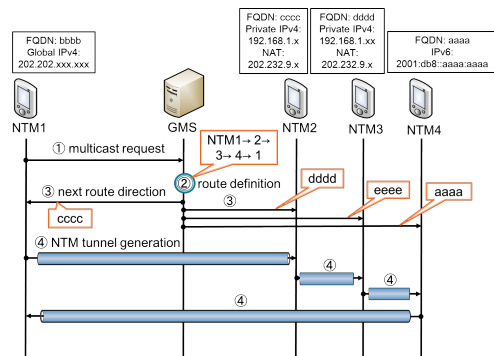


図2 マルチキャスト経路生成シーケンス

NTMobile のトンネル経路生成に必要なためである。経路指示を受信した NTM 端末は NTM シグナリングを行い、最適なトンネル経路を構築する。すべての NTM 端末が同様にしてトンネル経路を構築する。これらのトンネルは、端末間の KeepAlive によって維持される。この経路を利用して、任意の NTM 端末がマルチキャストの送信元端末となることができる。各 NTM 端末は GMS に対しても KeepAlive を実行するため、何らかの理由で NTM 端末が離脱した場合には、GMS がそれを検出して再度経路生成を行うことができる。

下位層への参加を希望するリスンオンリーの端末は、任意の上位層端末に対して、事前にマルチキャストへの参加申請を行う。上位層の端末は、自身の子ノードリストを生成し、配下の子ノードに向けてリストを送信する。配下ノードは、このリストに従って、マルチキャストデータを中継する。

3 評価

3.1 動作検証と最大許容台数

上位層のリング状経路において、実際に通信可能かを検証する為、3 台の NTM 端末を、Global IPv4, Private IPv4, Global IPv4 の順にリング状に接続し、各端末について受信から送信までの処理時間を計測した。その結果、マルチキャスト時の 1 端末当たりの処理時間は約 8ms であった。実ネットワークにおける遅延を加味

し、 $(\frac{RTT}{2} + \text{処理時間}) \times \text{端末台数}$ を計算することで、上位層における、端末の最大の遅延時間を求め、複数メンバーによるテレビ会議を想定し、何台までマルチキャストに参加できるかを推定した。IP 電話で許容される値は 300ms とした。測定条件と結果は以下の通りである。

表1 仮想マシンの仕様

	NTM A, B, C
OS	Ubuntu 14.04 32bit
Linux Kernel	3.13.0-24-generic
CPU 割当	1Core
Memory	2.00GB

表2 最大許容台数

	日本国内	アメリカ
RTT[ms]	25	140
最大許容台数	15	3

国内であれば 15 人、海外を含む場合は 3 人のマルチキャストグループが可能である。

3.2 既存技術との比較

表3に、提案方式、IP マルチキャスト、既存 ALM の比較表を示す。比較項目は、①専用ルータが不要か、②物理的な経路が考慮されているか、③送信元が複数の場合、経路再生性が不要であるか、の3点とした。

表3 既存技術との比較

	IP マルチキャスト	既存 ALM	提案方式
①	×	○	○
②	○	×	○
③	○	×	○

IP マルチキャストでは、専用のルータが必要であるのに対し、既存の ALM と提案方式では、各端末がパケットの複製、転送を行うため、専用ルータが不要である。既存の ALM では、物理的な経路が考慮されておらず、任意の端末がマルチキャストパケットを送信するためには、経路を再生成する必要があったが、提案方式では、IP アドレスに基づき経路を生成し、経路をリング状都することで、これらの問題を解決している。

4 まとめ

本稿では、通信経路を上位層と下位層に分け、GMS を用いて、IP アドレスに基づき経路を生成する ALM を提案、検証を行った。本提案方式により、全体の台数が増加した場合も、上位層の端末が一定数以下であれば、遅延を意識することなく、映像配信を行うことができる。今後は、リスンオンリーの機能検討、実装などを行う。

参考文献

[1] 上醉尾一真ほか：情報処理学会論文誌，Vol54，No10，pp. 2288-2299(2013).



物理ネットワークを意識した リング状ALMの提案

菅沼良一[†] 鈴木秀和[†] 内藤克浩^{††} 渡邊晃[†]
[†]名城大学 理工学研究科 情報工学専攻
^{††}愛知工業大学 情報科学部

研究背景

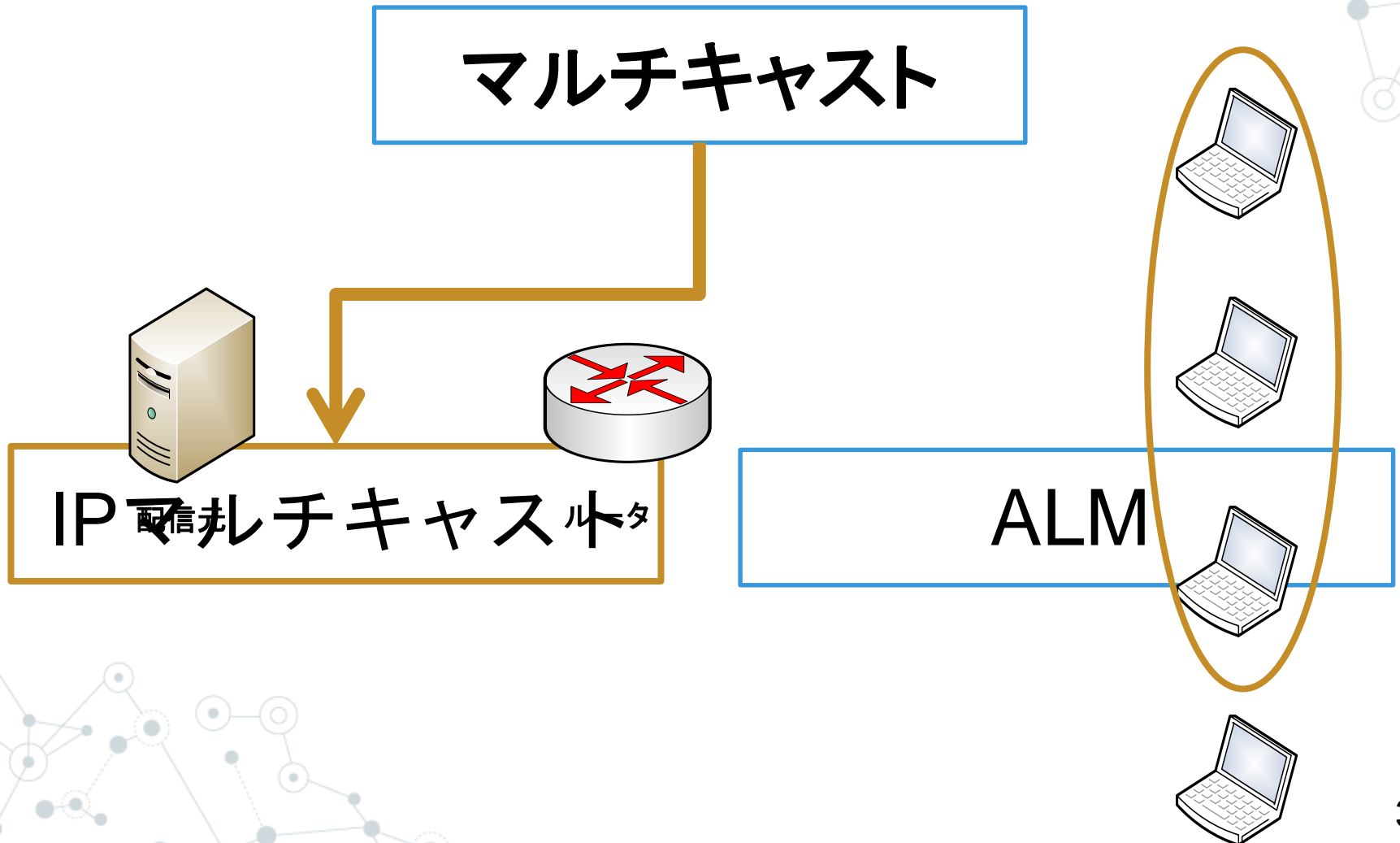
マルチメディアコンテンツの普及

同一パケットを複数に対して送信

- 効率的なネットワーク資源の利用
- ユニキャストでは帯域消費が大きい

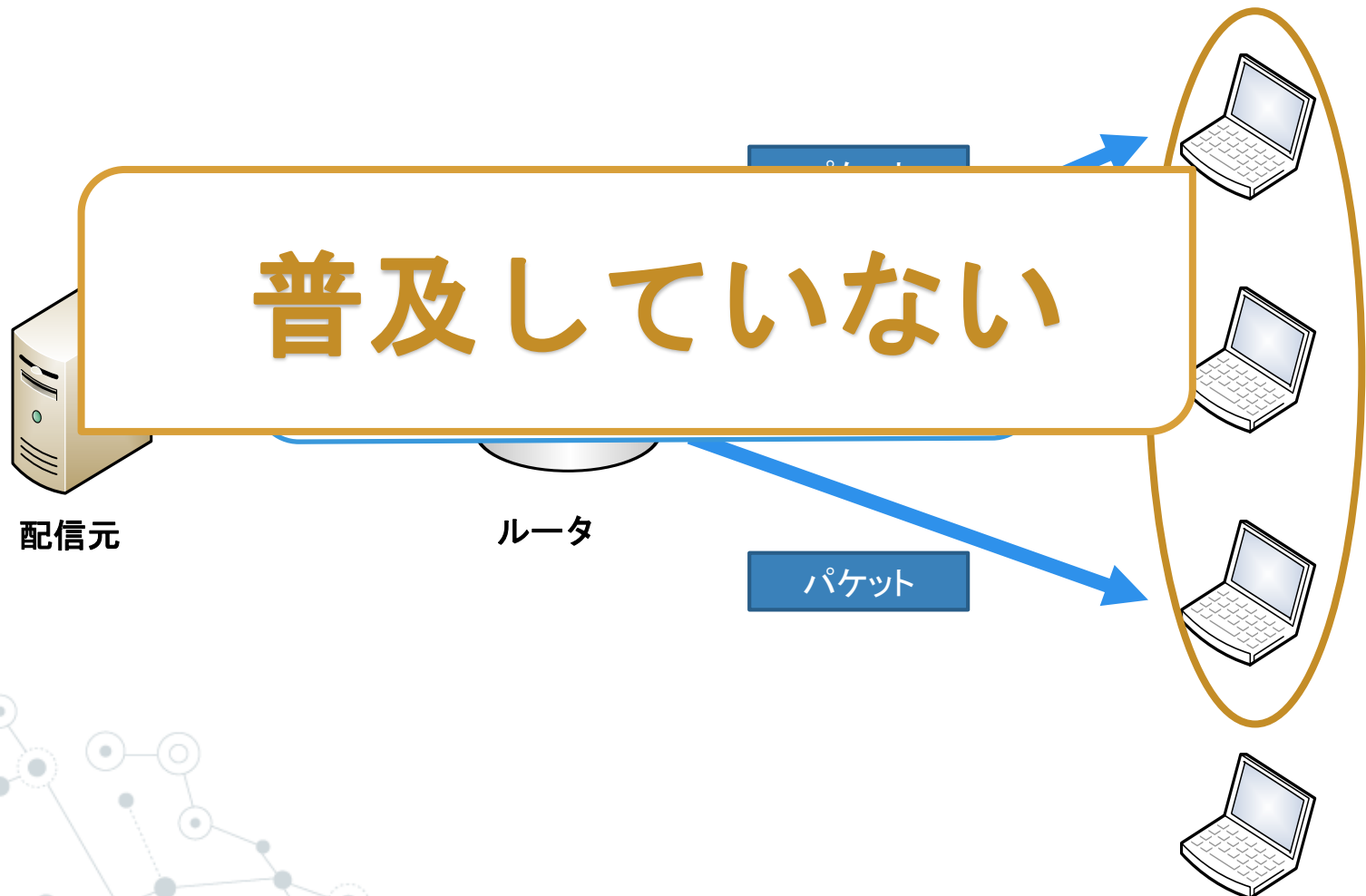
マルチキャストの利用

マルチキャストの種類



IPマルチキャスト

- ルータがパケットを複製,転送



- ALM (Application Layer Multicast)

- 配信経路をオーバーレイレイヤで構築

- ユニキャスト

マルチキャスト

リンク

(P2P)

- 端末がパケットの複製・転送

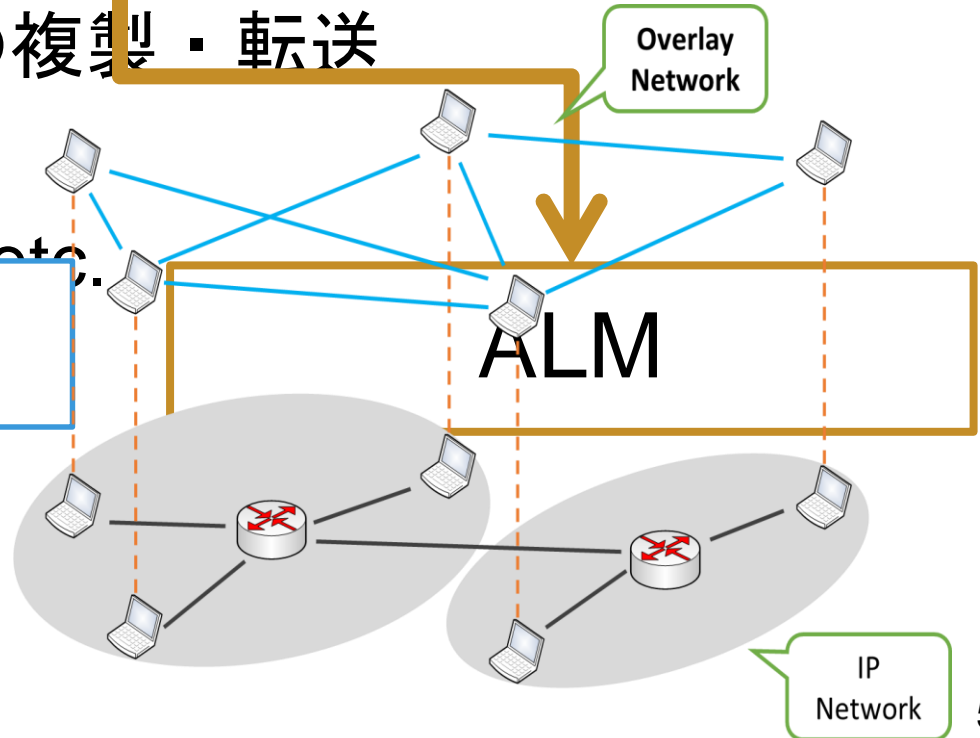
- ALMの方式

Narada, ALM, etc.

Overlay Network

IPマルチキャスト

ALM



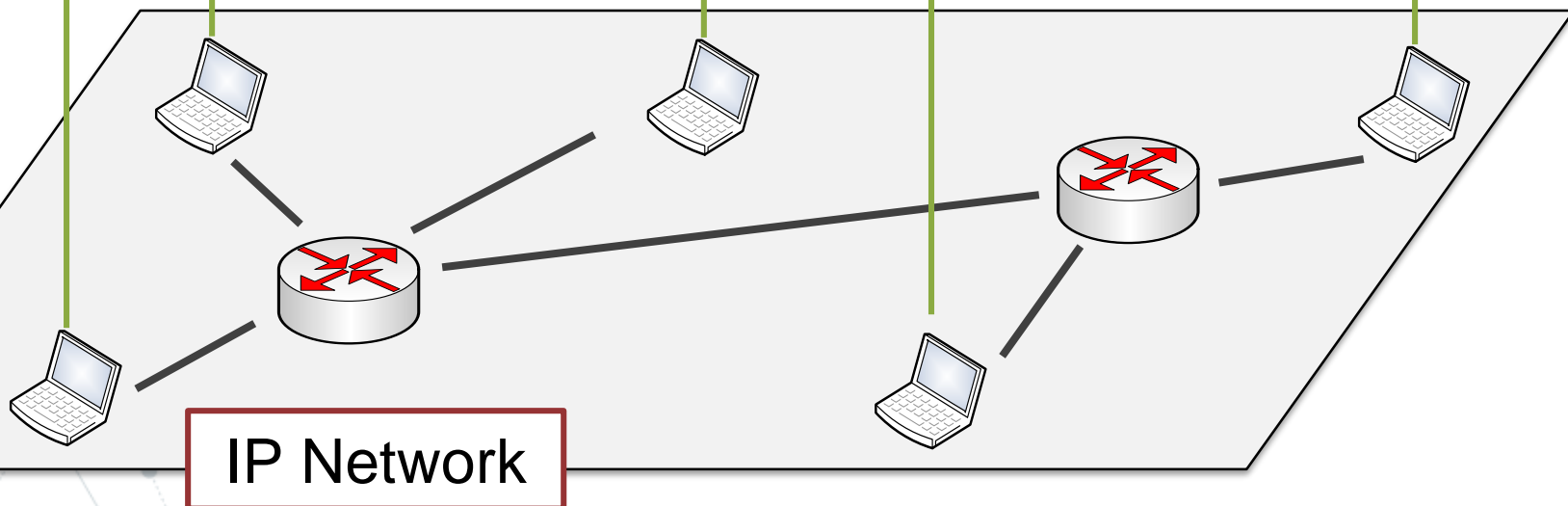
IP Network

マルチキャストの種類

Overlay Network

- 任意の端末が送信元になることができない
- 物理的経路の考慮がない
- IPv4/IP6間通信の考慮がない

送信元



研究の目的

- ◎ グループメンバーの**任意の端末**が送信元になることができるALMの実現
- ◎ **物理的経路**が考慮されたALMの実現
- ◎ **IPv4/IPv6間通信**が可能なALMの実現

提案方式

◎階層構造のリング状経路を生成

- パケットの送信、受信、転送を行う上位層
- パケットの受信、転送のみを行う下位層

◎端末間通信にNTMobileを使用

◎GMSを用いて、グループメンバを管理

- グループ管理用サーバ
- メンバ情報を用いた経路生成
- 突然の離脱への対応

提案方式

◎階層構造のリング状経路を生成

- パケットの送信、受信、転送を行う上位層
- パケットの受信、転送のみを行う下位層

◎端末間通信に**NTMobile**を使用

◎**GMS**を用いて、グループメンバを管理

- グループ管理用サーバ
- メンバ情報を用いた経路生成
- 突然の離脱への対応

NTMobile (Network Traversal with Mobility)

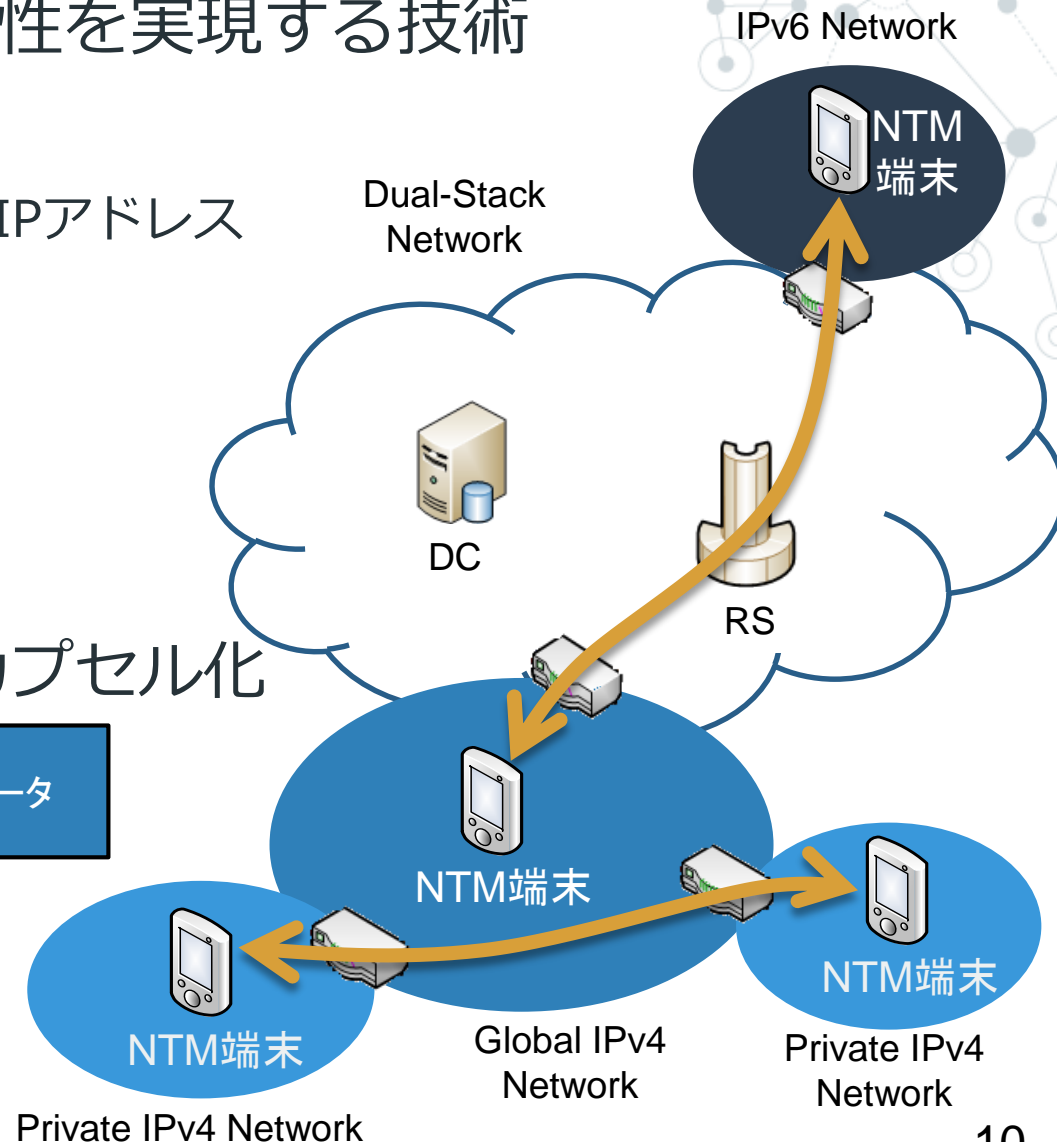
◎ 移動透過性・通信接続性を実現する技術

○ 仮想IPアドレスの導入

- ▶ 端末の位置に依存しないIPアドレス
- ▶ 仮想IPアドレスを用いてコネクションを確立

○ UDPトンネルの利用

- ▶ 実IPアドレスで仮想IPアドレスをカプセル化



NTMobile (Network Traversal with Mobility)

◎ 移動透過性・通信接続性を実現する技術

○ NTM 端末

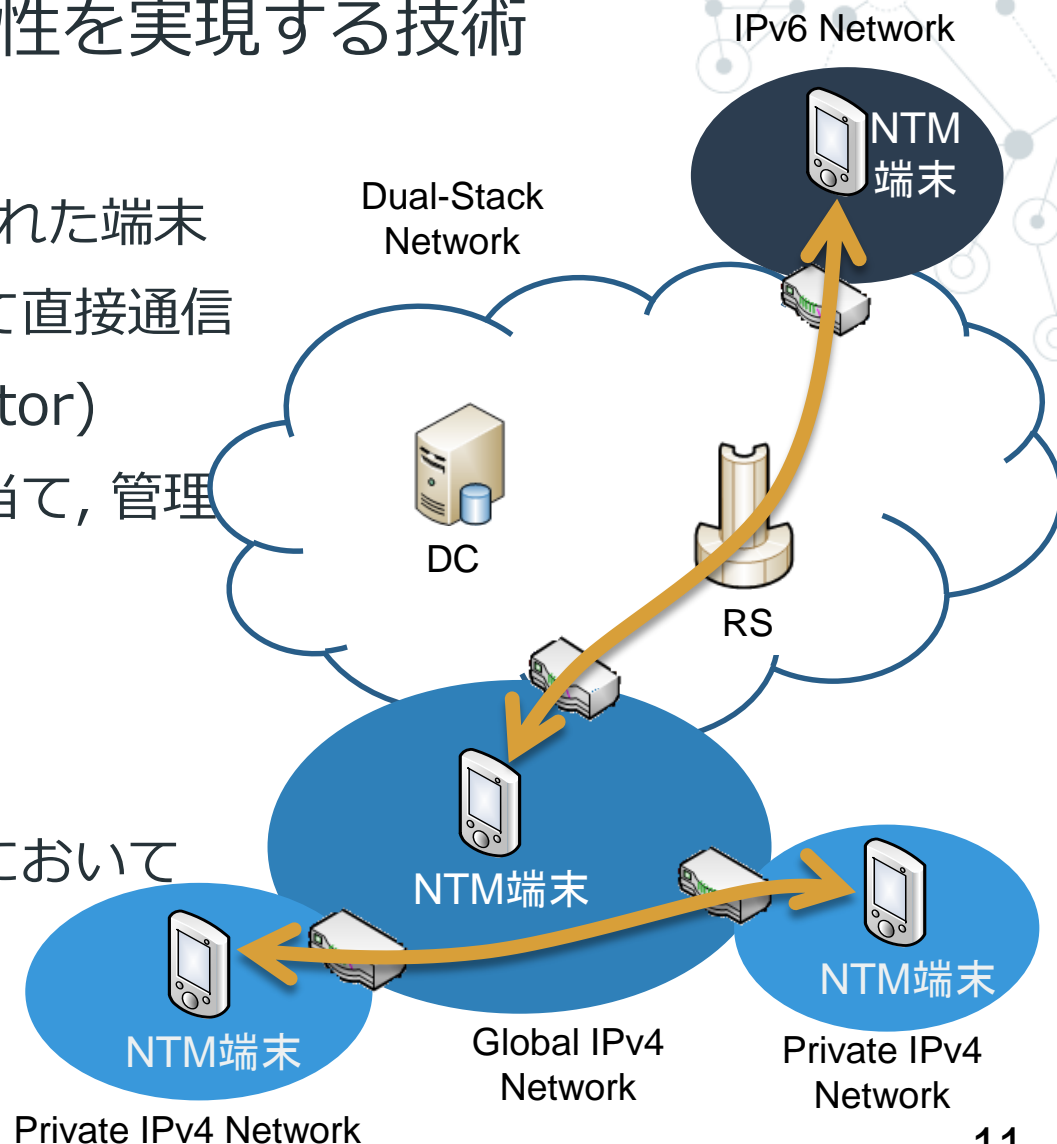
- ▶ NTMobile機能が実装された端末
- ▶ 仮想IPアドレスによって直接通信

○ DC (Direction Coordinator)

- ▶ 仮想IPアドレスの割り当て, 管理
- ▶ UDPトンネル構築
- ▶ 通信経路指示

○ RS (Relay Server)

- ▶ 直接通信できない場合において通信を中継



GMS(Group Management Server)

◎グループの作成、管理

- 暗号鍵の配送

◎グループに関する情報を所有

- グループ名

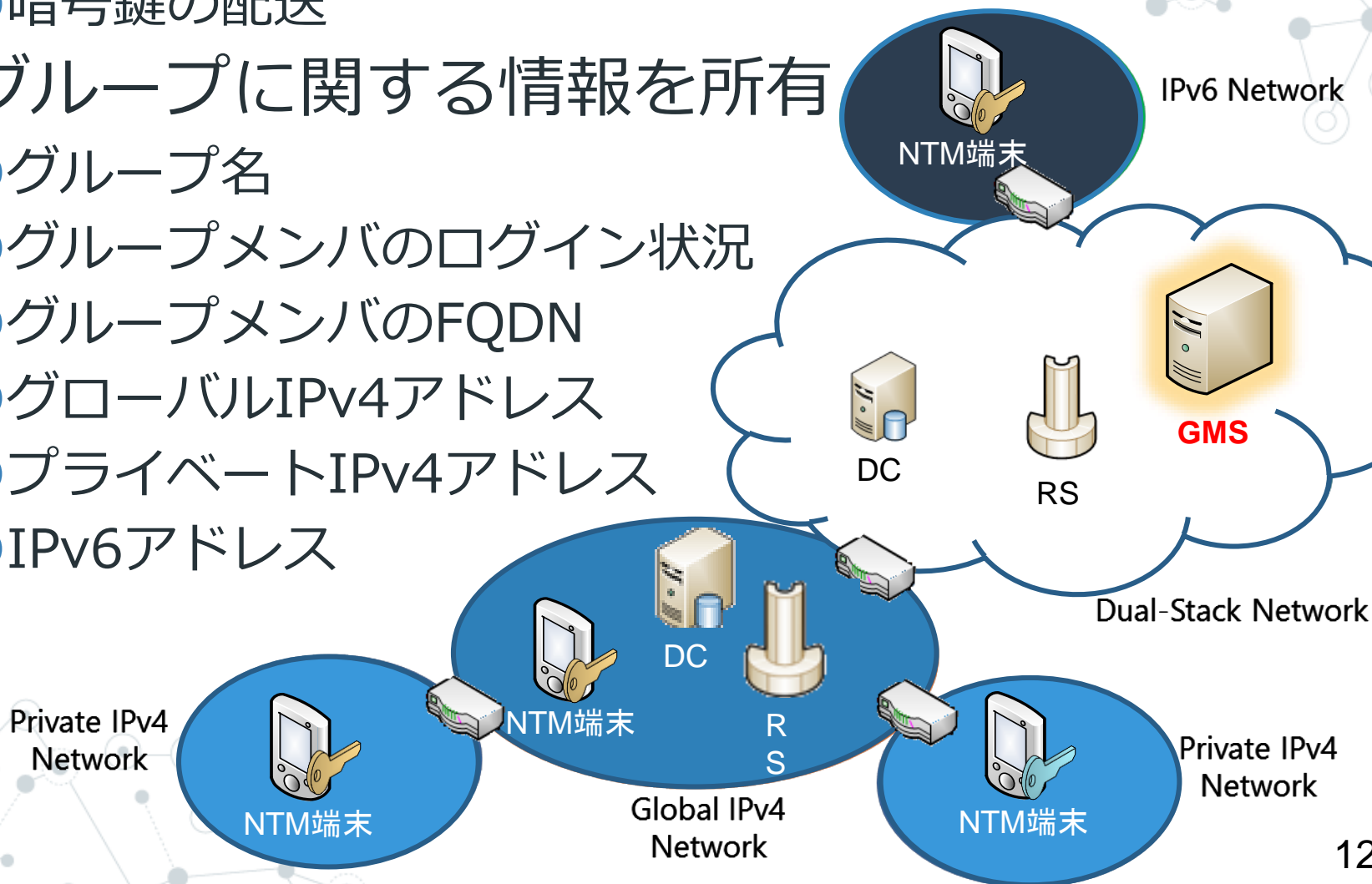
- グループメンバーのログイン状況

- グループメンバーのFQDN

- グローバルIPv4アドレス

- プライベートIPv4アドレス

- IPv6アドレス



GMS(Group Management Server)

◎グループの作成、管理

- 暗号鍵の配送

◎グループに関する情報を所有

- グループ名

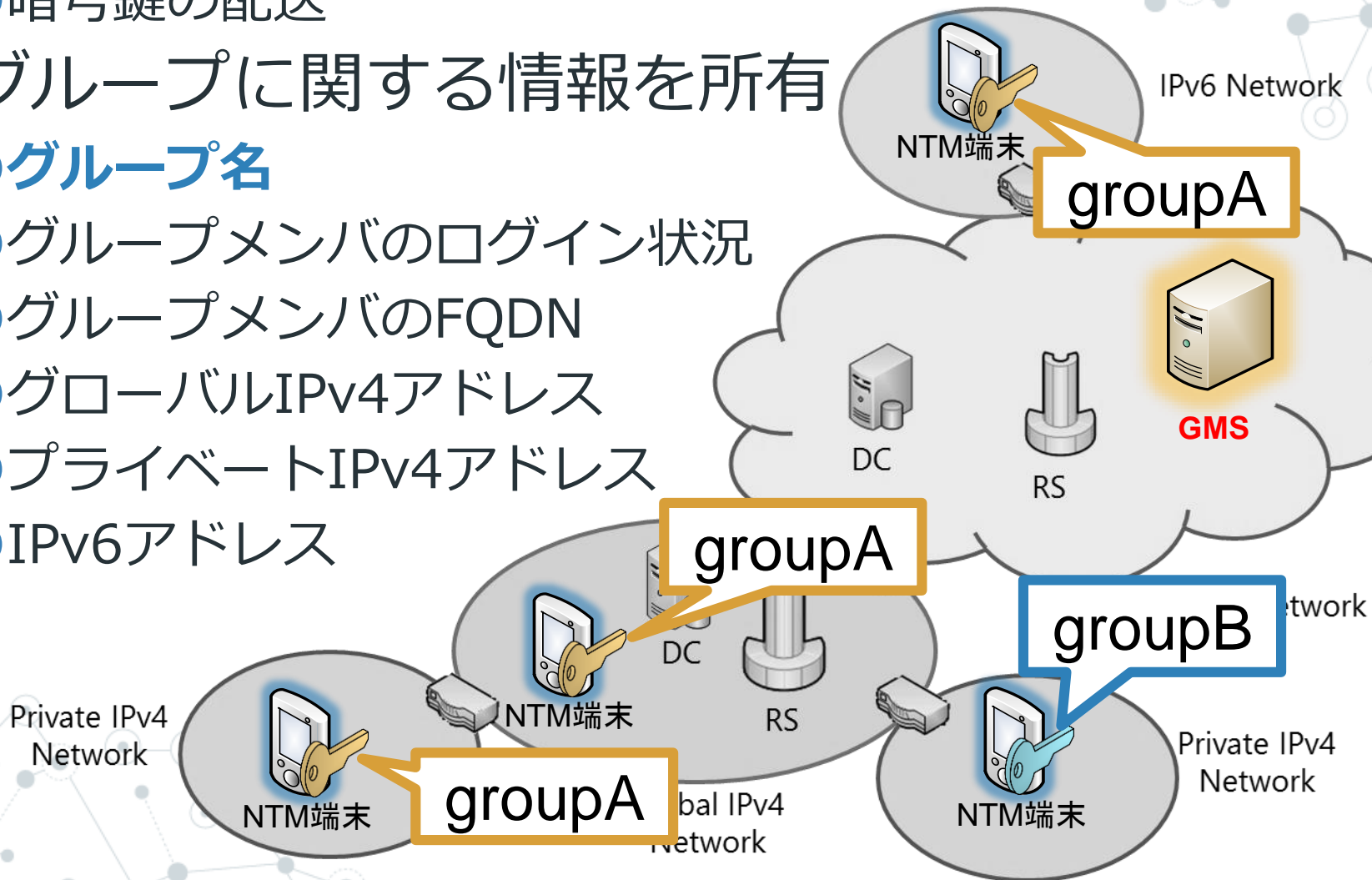
- グループメンバーのログイン状況

- グループメンバーのFQDN

- グローバルIPv4アドレス

- プライベートIPv4アドレス

- IPv6アドレス



GMS(Group Management Server)

◎グループの作成、管理

- 暗号鍵の配送

◎グループに関する情報を所有

- グループ名

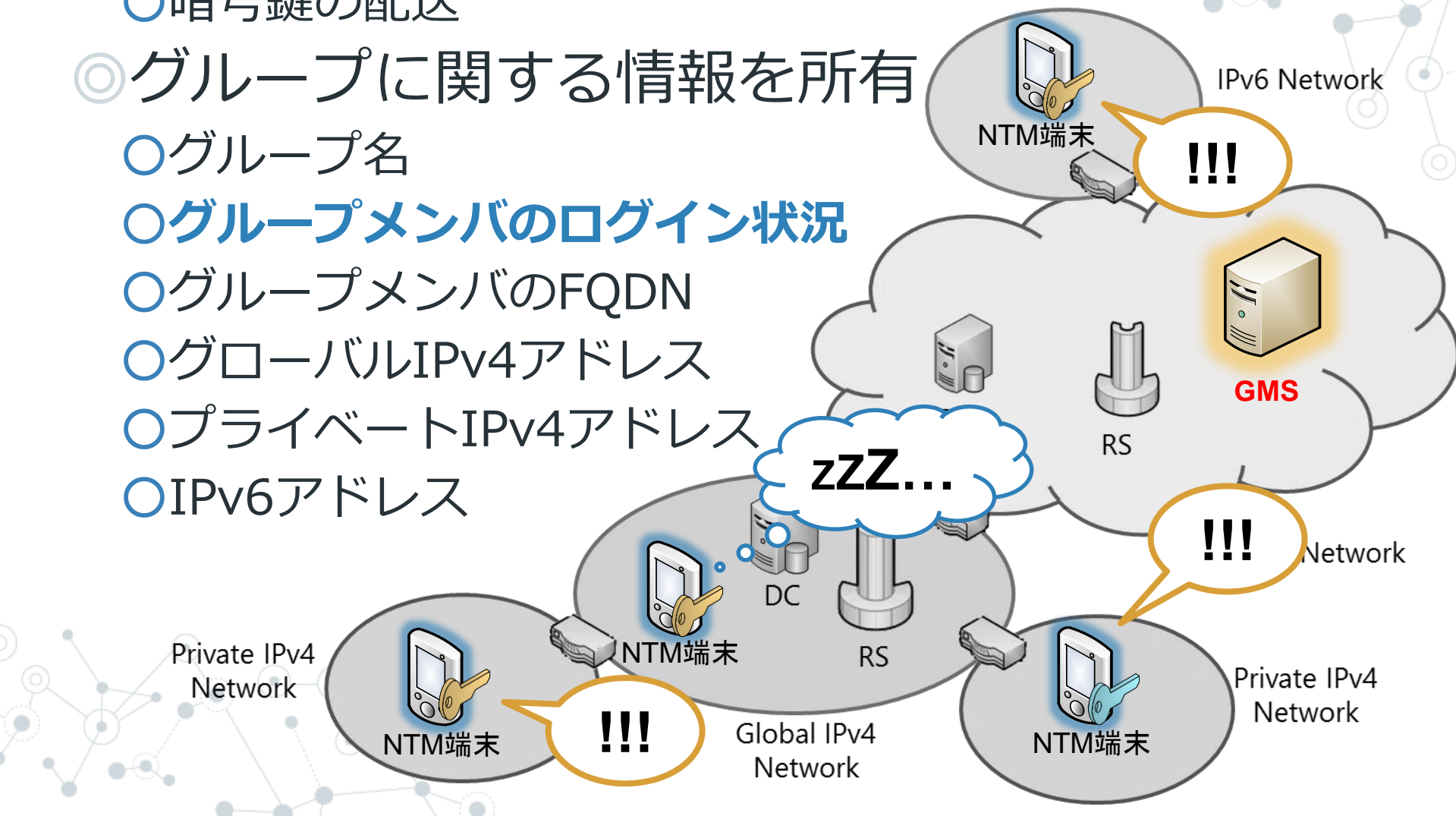
- グループメンバーのログイン状況

- グループメンバーのFQDN

- グローバルIPv4アドレス

- プライベートIPv4アドレス

- IPv6アドレス



GMS(Group Management Server)

◎グループの作成、管理

- 暗号鍵の配送

◎グループに関する情報を所有

- グループ名

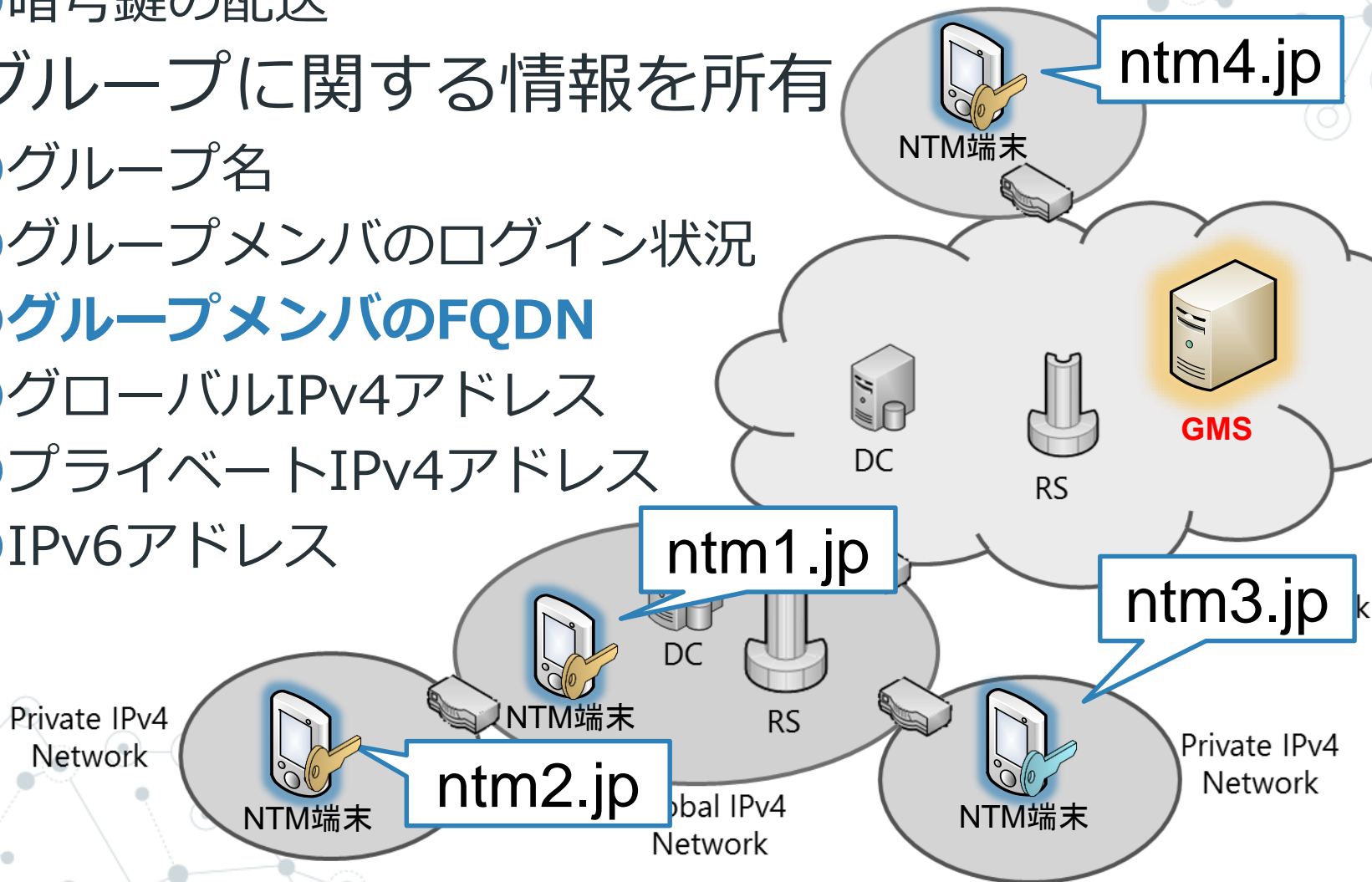
- グループメンバーのログイン状況

- グループメンバーのFQDN

- グローバルIPv4アドレス

- プライベートIPv4アドレス

- IPv6アドレス



GMS(Group Management Server)

◎グループの作成、管理

- 暗号鍵の配送

◎グループに関する情報を所有

- グループ名

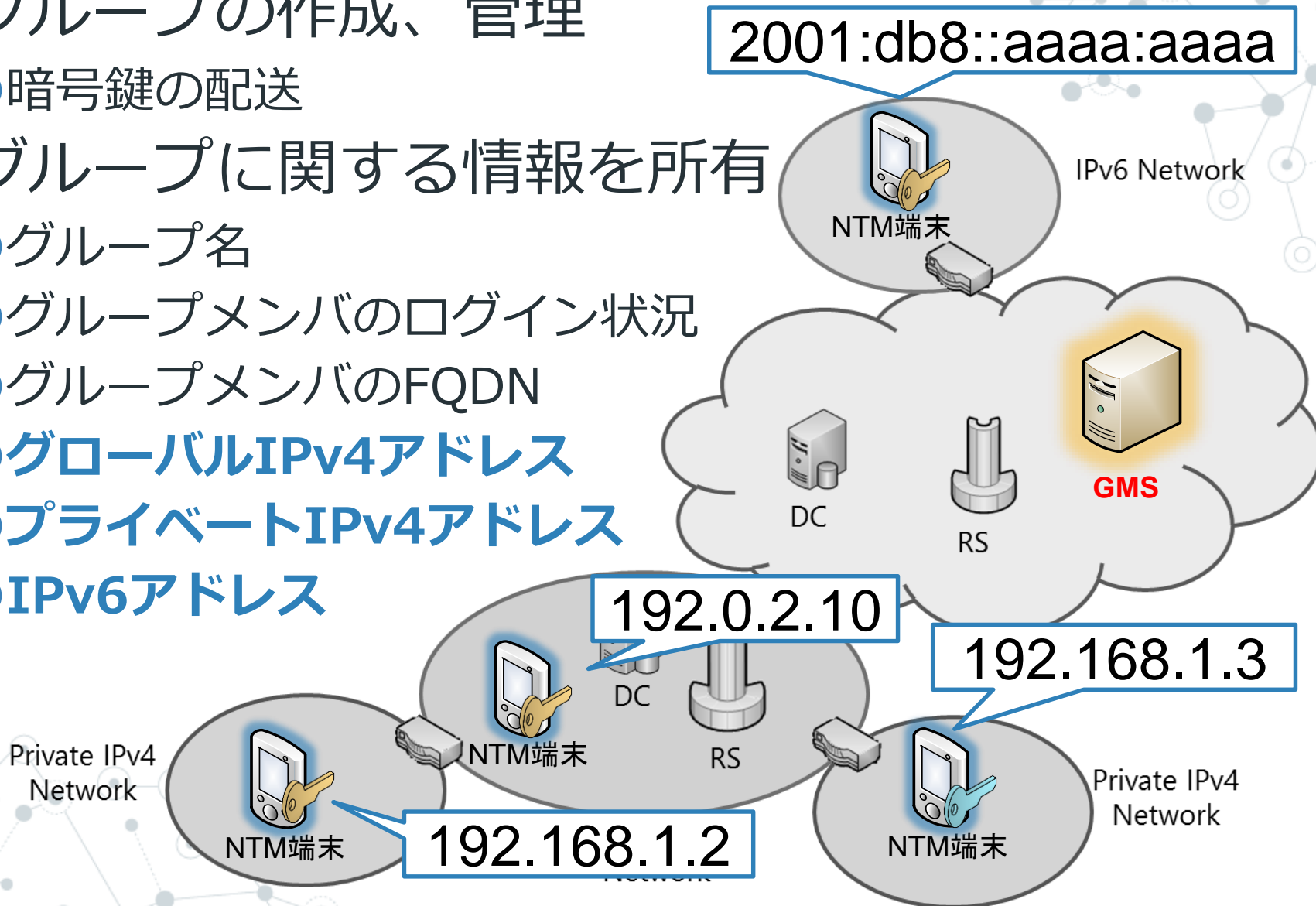
- グループメンバーのログイン状況

- グループメンバーのFQDN

- グローバルIPv4アドレス

- プライベートIPv4アドレス

- IPv6アドレス



提案方式

◎階層構造のリング状経路を生成

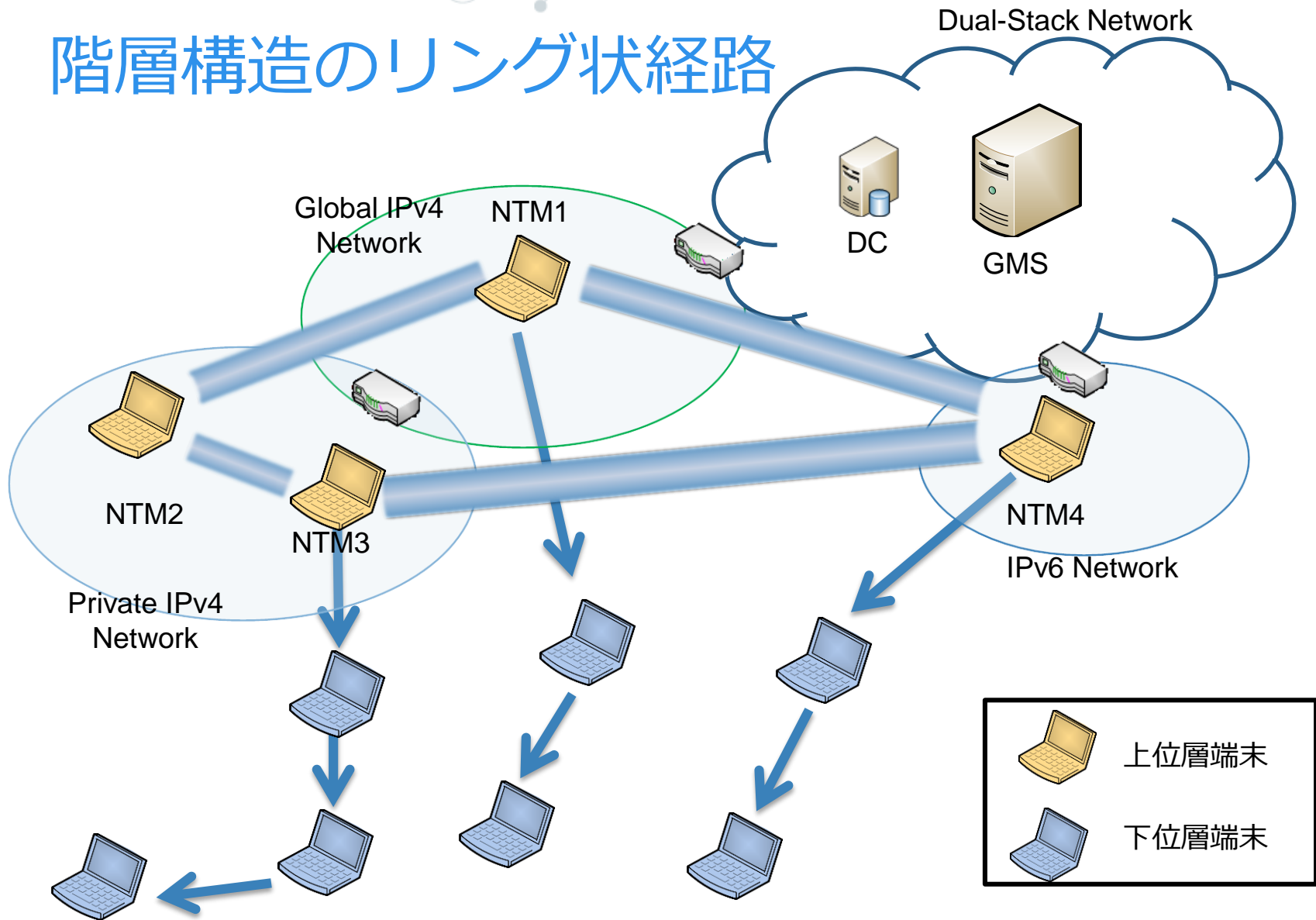
- パケットの送信、受信、転送を行う上位層
- パケットの受信、転送のみを行う下位層

◎端末間通信にNTMobileを使用

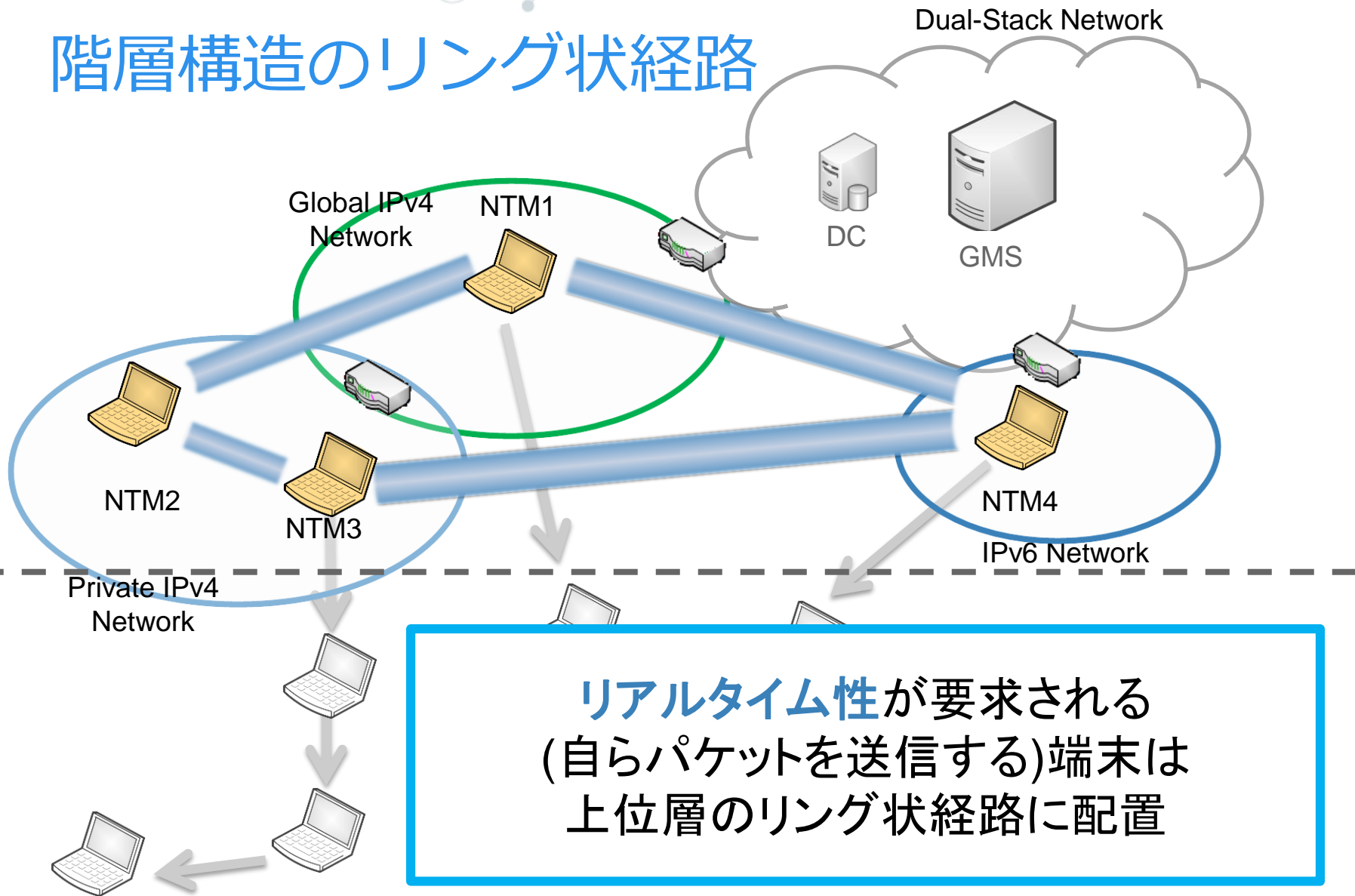
◎GMSによって、グループメンバを管理

- メンバ情報を用いた経路生成
- 突然の離脱への対応

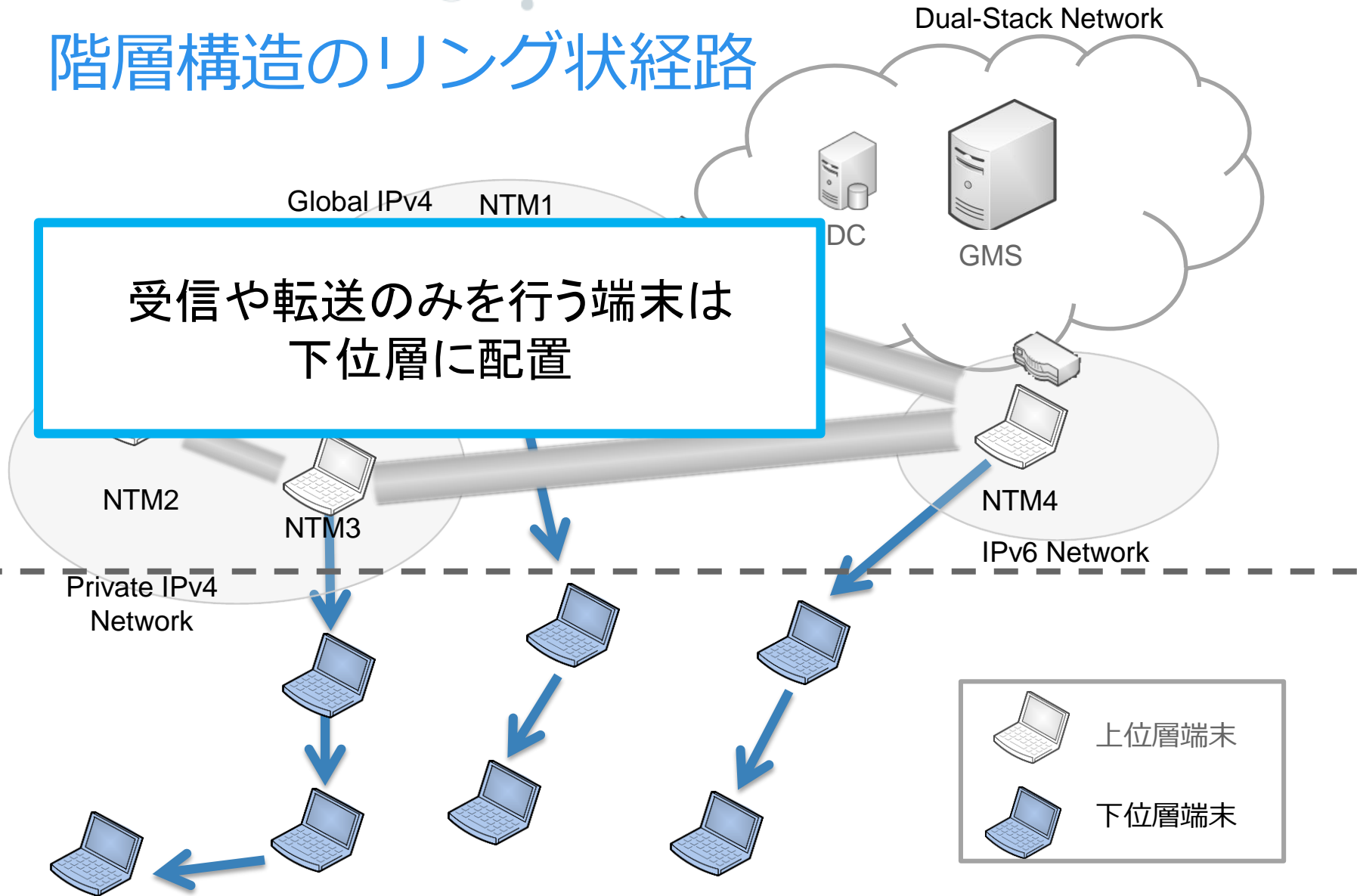
階層構造のリング状経路



階層構造のリング状経路



階層構造のリング状経路



研究の目的

- ◎ グループメンバーの**任意の端末**が送信元になることができるALMの実現
- ◎ **物理的経路**が考慮されたALMの実現
- ◎ **IPv4/IPv6間通信**が可能なALMの実現
- ◎ 上記を満たした上で、音声通話が可能な

提案方式

◎階層構造のリング状経路を生成

- パケットの送信、受信、転送を行う上位層
- パケットの受信、転送のみを行う下位層

◎端末間通信にNTMobileを使用

◎GMSを用いて、グループメンバを管理

- グループ管理用サーバ
- メンバ情報を用いた経路生成
- 突然の離脱への対応

提案方式

◎階層構造のリング状経路を生成

- パケットの送信、受信、転送を行う上位層
- パケットの受信、転送のみを行う下位層

◎端末間通信に**NTMobile**を使用

◎**GMS**を用いて、グループメンバを管理

- グループ管理用サーバ
- メンバ情報を用いた経路生成
- 突然の離脱への対応

提案方式

◎階層構造のリング状経路を生成

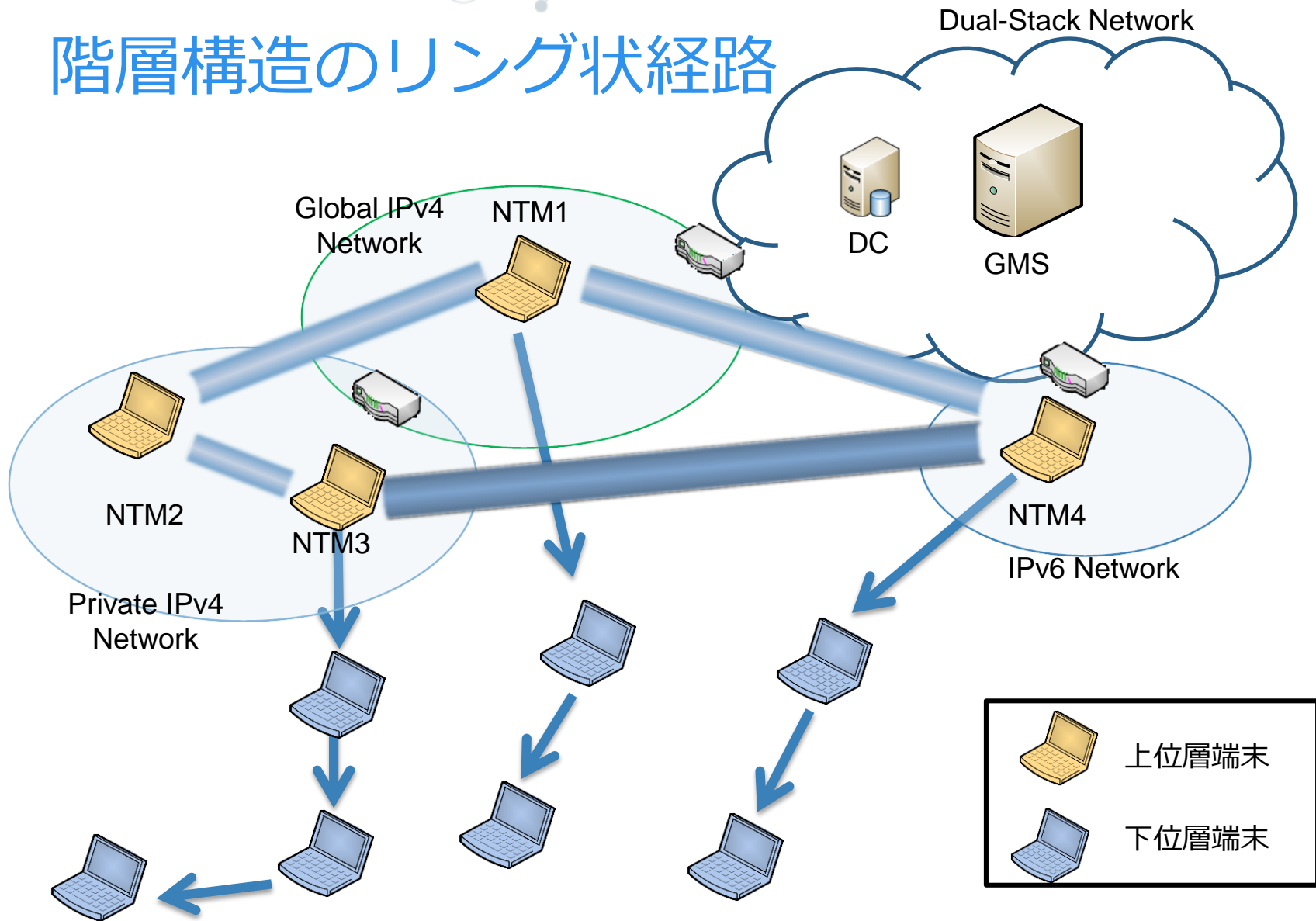
- パケットの送信、受信、転送を行う上位層
- パケットの受信、転送のみを行う下位層

◎端末間通信にNTMobileを使用

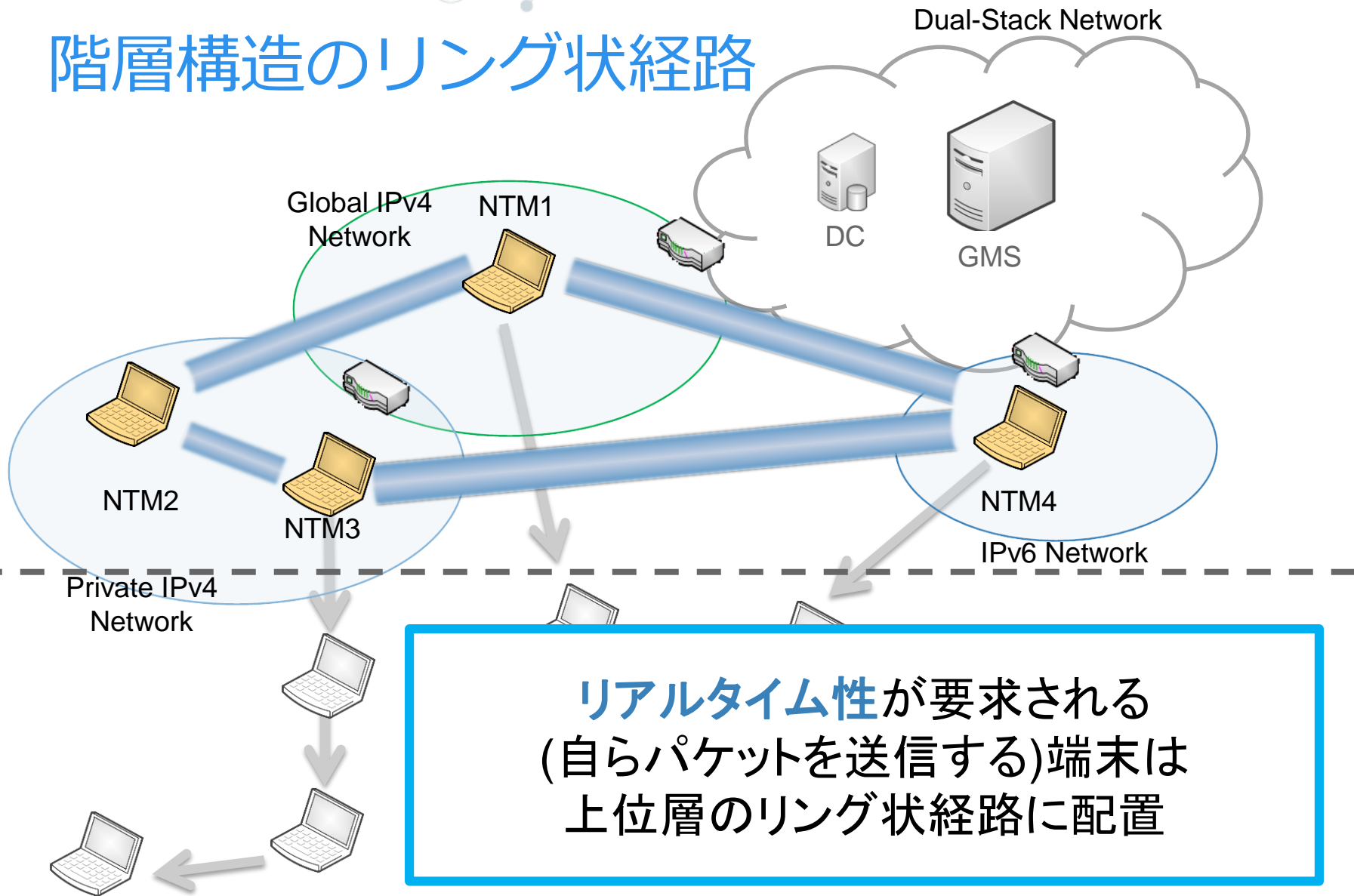
◎GMSによって、グループメンバを管理

- メンバ情報を用いた経路生成
- 突然の離脱への対応

階層構造のリング状経路

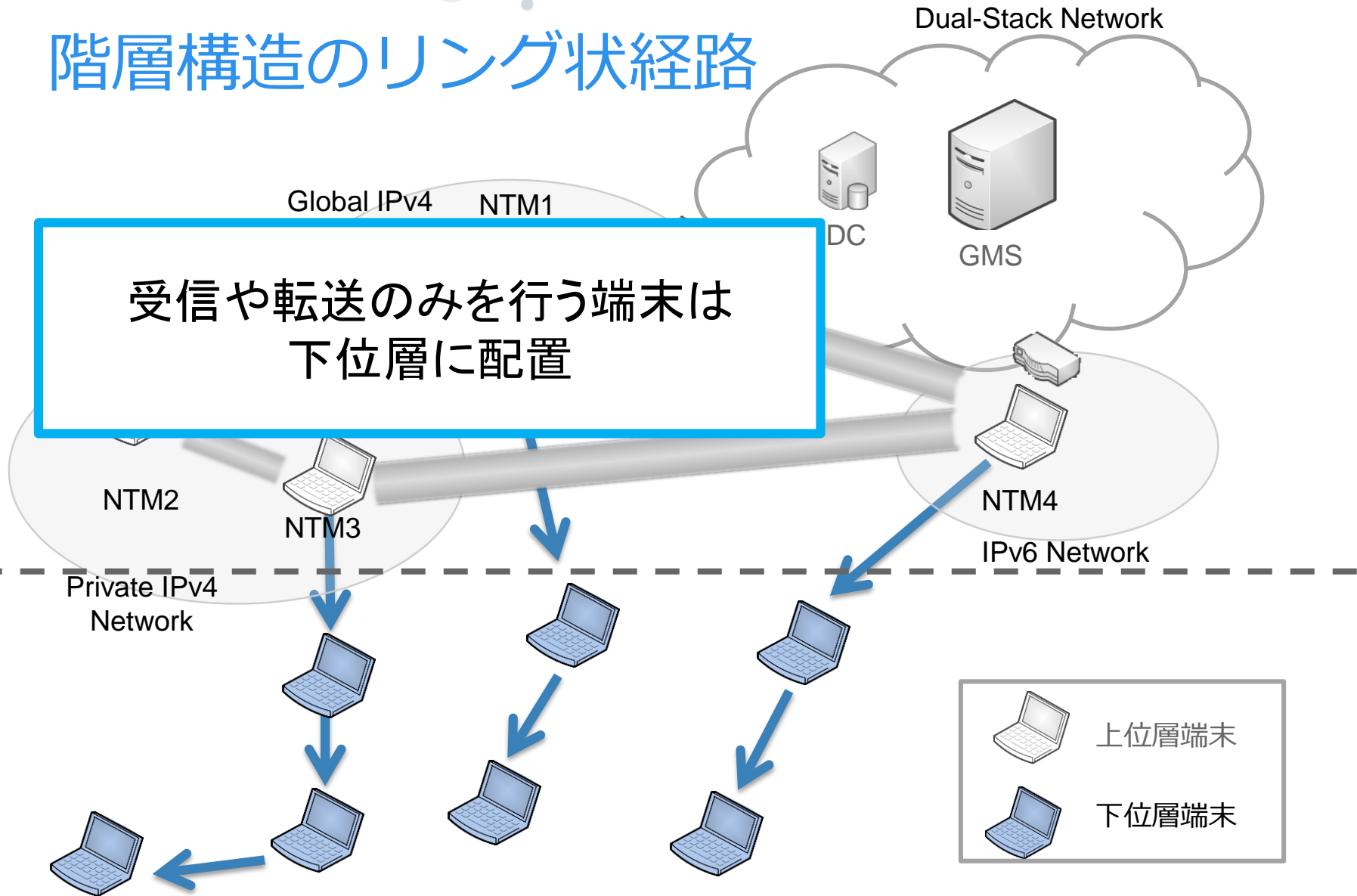


階層構造のリング状経路



リアルタイム性が要求される
(自らパケットを送信する) 端末は
上位層のリング状経路に配置

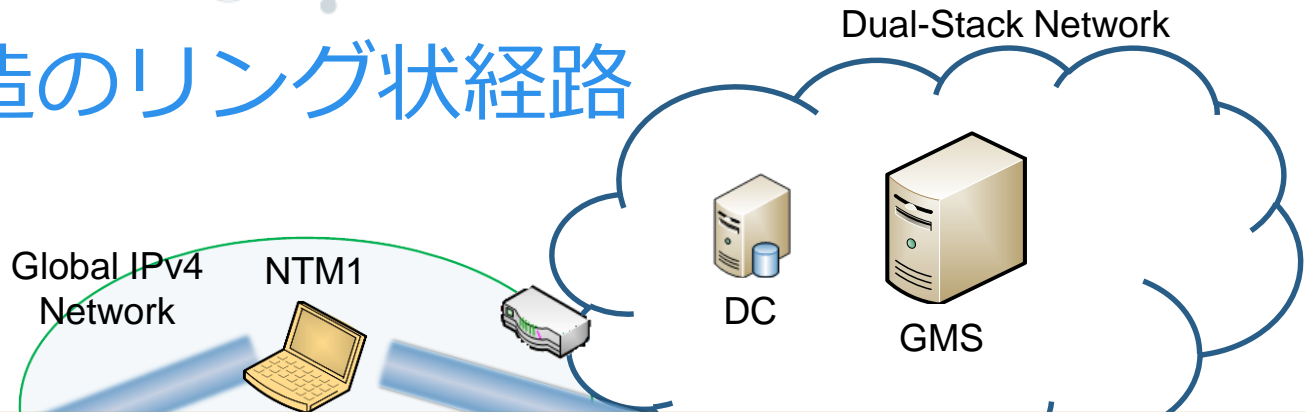
階層構造のリング状経路



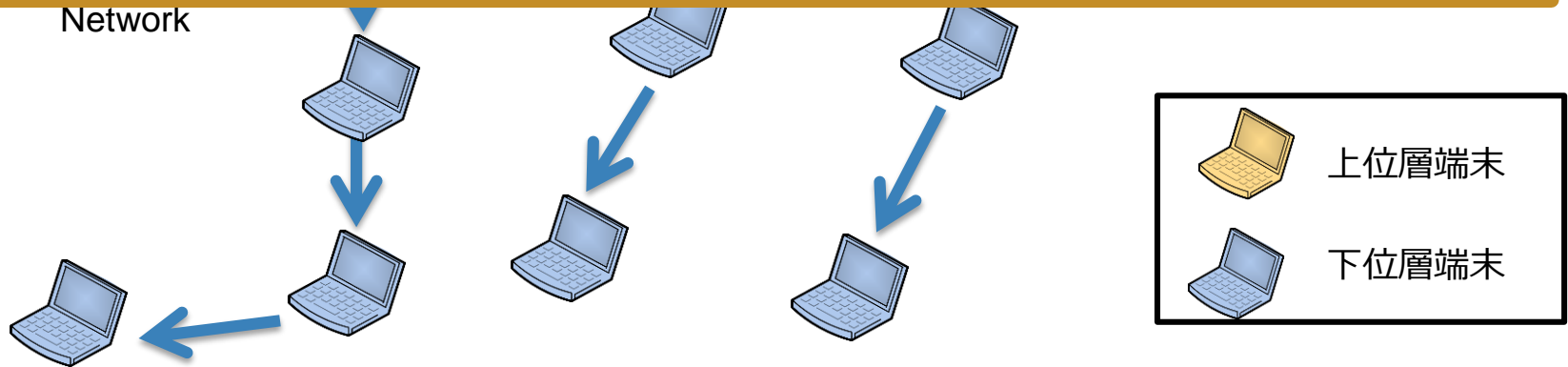
受信や転送のみを行う端末は
下位層に配置

上位層端末
下位層端末

階層構造のリング状経路



上位層の端末数が一定数以下であれば
音声通話やTV会議が可能



提案方式の概要 上位層

参加申請

グループに参加する端末はGMSに対して参加申請

グルーピング

参加申請した端末情報を基にグルーピング

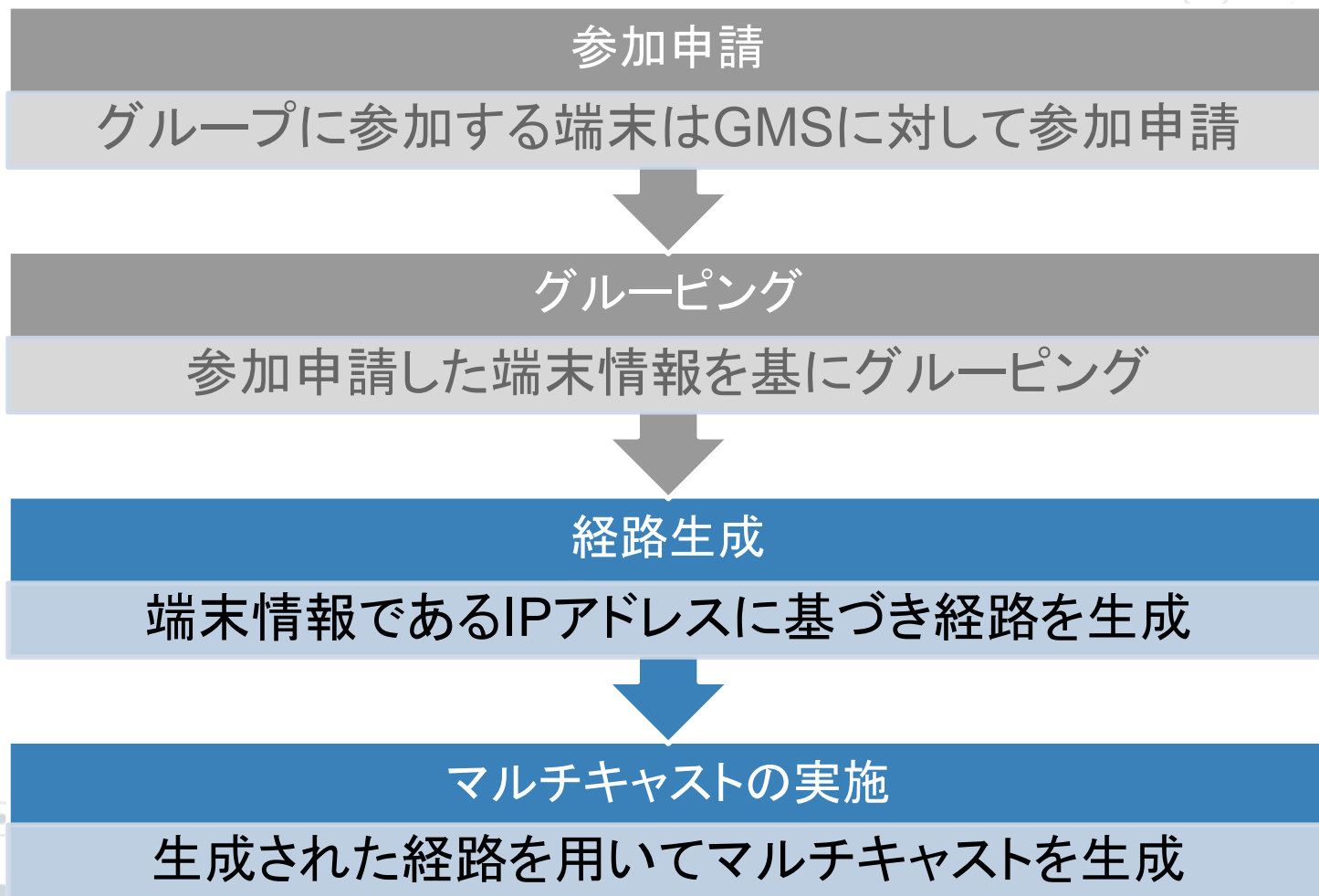
経路生成

端末情報であるIPアドレスに基づき経路を生成

マルチキャストの実施

生成された経路を用いてマルチキャストを生成

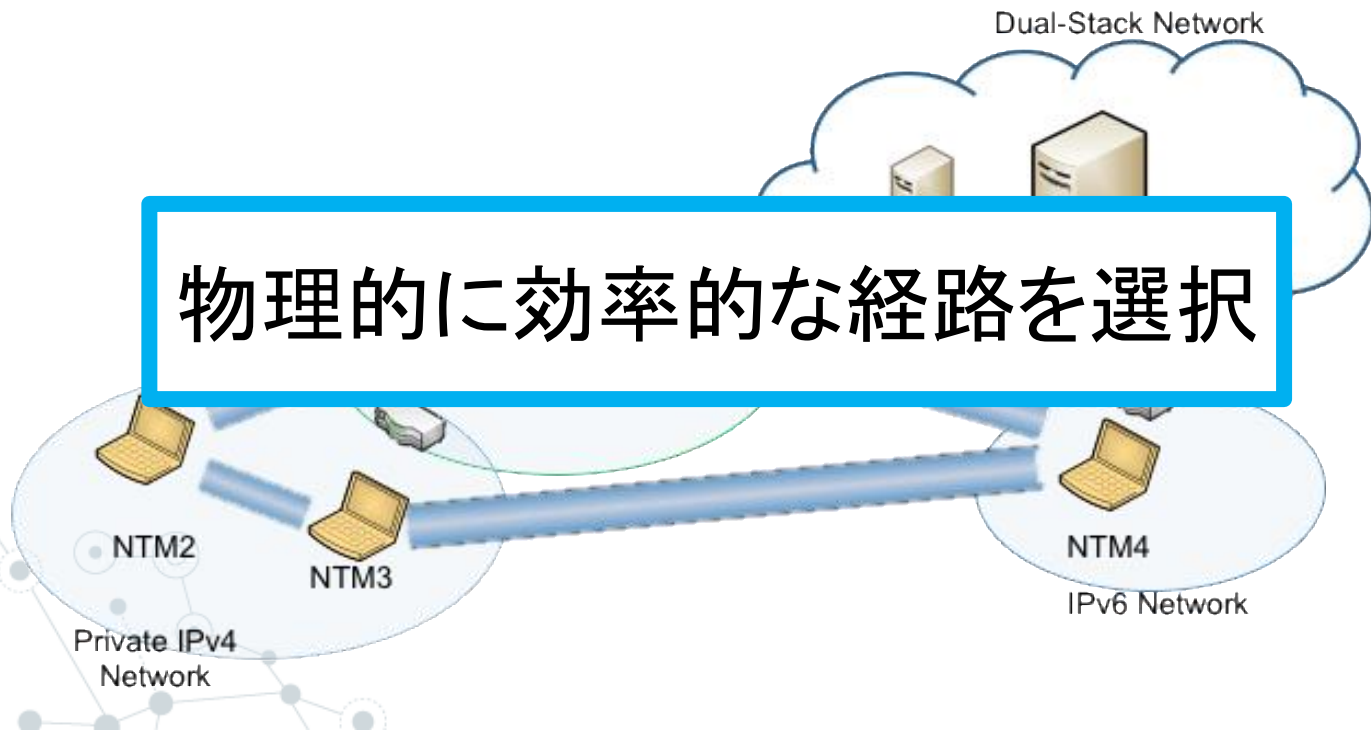
提案方式の概要 上位層



GMSの経路生成

◎IPアドレスに基づきソート

1. グローバルアドレスに基づきソート
2. プライベートアドレスに基づきソート



GMSの経路生成手順

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm2		203.0.113.1	192.168.1.2
G1	On	ntm4	2001:db8::aaaa:aaaa		
G1	On	ntm1		192.0.2.10	
G1	Off	ntm5	2001:db8::bbbb:bbbb		
G1	On	ntm3		203.0.113.1	192.168.1.3
G2	Off	ntm6	2001:db8::aaaa:bbbb	203.0.113.20	

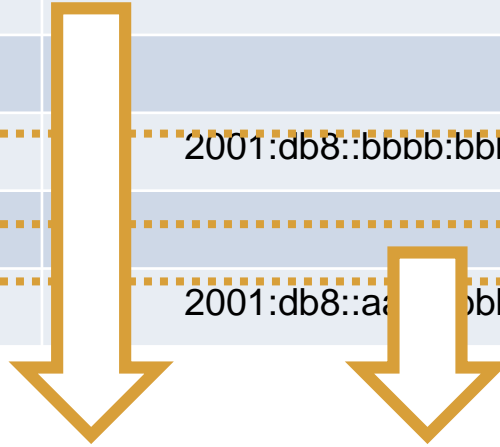
GMSの経路生成手順①

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm2		203.0.113.1	192.168.1.2
G1	On	ntm4	2001:db8::aaaa:aaaa		
G1	On	ntm1		192.0.2.10	
G1	Off	ntm5	2001:db8::bbbb:bbbb		
G1	On	ntm3		203.0.113.1	192.168.1.3
G2	Off	ntm6	2001:db8::aaaa:bbbb	203.0.113.20	

Onの端末を抽出

GMSの経路生成手順①

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	Off	ntm5	2001:db8::bbbb:bbbb		
G2	Off	ntm6	2001:db8::aa bbbb	203.0.113.20	



G1	On	ntm2		203.0.113.1	192.168.1.2
G1	On	ntm4	2001:db8::aaaa:aaaa		
G1	On	ntm1		192.0.2.10	
G1	On	ntm3		203.0.113.1	192.168.1.3

GMSの経路生成手順①

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm2		203.0.113.1	192.168.1.2
G1	On	ntm4	2001:db8::aaaa:aaaa		
G1	On	ntm1		192.0.2.10	
G1	On	ntm3		203.0.113.1	192.168.1.3

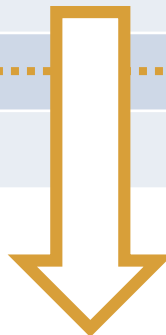
GMSの経路生成手順②

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm2		203.0.113.1	192.168.1.2
G1	On	ntm4	2001:db8::aaaa:aaaa		
G1	On	ntm1		192.0.2.10	
G1	On	ntm3		203.0.113.1	192.168.1.3

IPv6アドレスのみを
持つ端末を抽出

GMSの経路生成手順②

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm2		203.0.113.1	192.168.1.2
G1	On	ntm1		192.0.2.10	
G1	On	ntm3		203.0.113.1	192.168.1.3



G1	On	ntm4	2001:db8::aaaa:aaaa		
----	----	------	---------------------	--	--

GMSの経路生成手順②

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm2		203.0.113.1	192.168.1.2
G1	On	ntm1		192.0.2.10	
G1	On	ntm3		203.0.113.1	192.168.1.3

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm4	2001:db8::aaaa:aaaa		

GMSの経路生成手順③

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm2		203.0.113.1	192.168.1.2
G1	On	ntm1		192.0.2.10	
G1	On	ntm3		203.0.113.1	192.168.1.3

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm4	2001:db8::aaaa:aaaa		

IPv6アドレスをソート

GMSの経路生成手順④

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm2		203.0.113.1	192.168.1.2
G1	On	ntm1		192.0.2.10	
G1	On	ntm3		203.0.113.1	192.168.1.3

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	
G1	On	ntm4	2001:db8::aaaa:aaaa	グローバルIPv4アドレスを抽出

GMSの経路生成手順④

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm4		:db8::aaaa:aaaa	



G1	On	ntm2		203.0.113.1	192.168.1.2
G1	On	ntm1		192.0.2.10	
G1	On	ntm3		203.0.113.1	192.168.1.3

GMSの経路生成手順④

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm4	2001:db8::aaaa:aaaa		

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm2		203.0.113.1	192.168.1.2
G1	On	ntm1		192.0.2.10	
G1	On	ntm3		203.0.113.1	192.168.1.3

GMSの経路生成手順⑤

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm4	2001:db8::aaaa:aaaa		


Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm2		203.0.113.1	192.168.1.2
G1	On	ntm1		192.0.2.10	
G1	On	ntm3		203.0.113.1	192.168.1.3

グローバルIPv4アドレス
をソート

GMSの経路生成手順⑤

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm4	2001:db8::aaaa:aaaa		

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm2		203.0.113.1	192.168.1.2
G1	On	ntm1		192.0.2.10	
G1	On	ntm3		203.0.113.1	192.168.1.3



GMSの経路生成手順⑤

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm4	2001:db8::aaaa:aaaa		

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm1		192.0.2.10	
G1	On	ntm2		203.0.113.1	192.168.1.2
G1	On	ntm3		203.0.113.1	192.168.1.3

GMSの経路生成手順⑥

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm4	2001:db8::aaaa:aaaa		

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm1		192.0.2.10	
G1	On	ntm2		203.0.113.1	192.168.1.2
G1	On	ntm3		203.0.113.1	192.168.1.3



同一NAT配下の
端末を探索

GMSの経路生成手順⑦, ⑧

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm4	2001:db8::aaaa:aaaa		

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm1		192.0.2.10	
G1	On	ntm2		203.0.113.1	192.168.1.2
G1	On	ntm3		203.0.113.1	192.168.1.3

プライベートIPv4アドレス
をソート

GMSの経路生成手順⑨

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm4	2001:db8::aaaa:aaaa		

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm1		192.0.2.10	
G1	On	ntm2		203.0.113.1	192.168.1.2
G1	On	ntm3		203.0.113.1	192.168.1.3

GMSの経路生成手順⑨

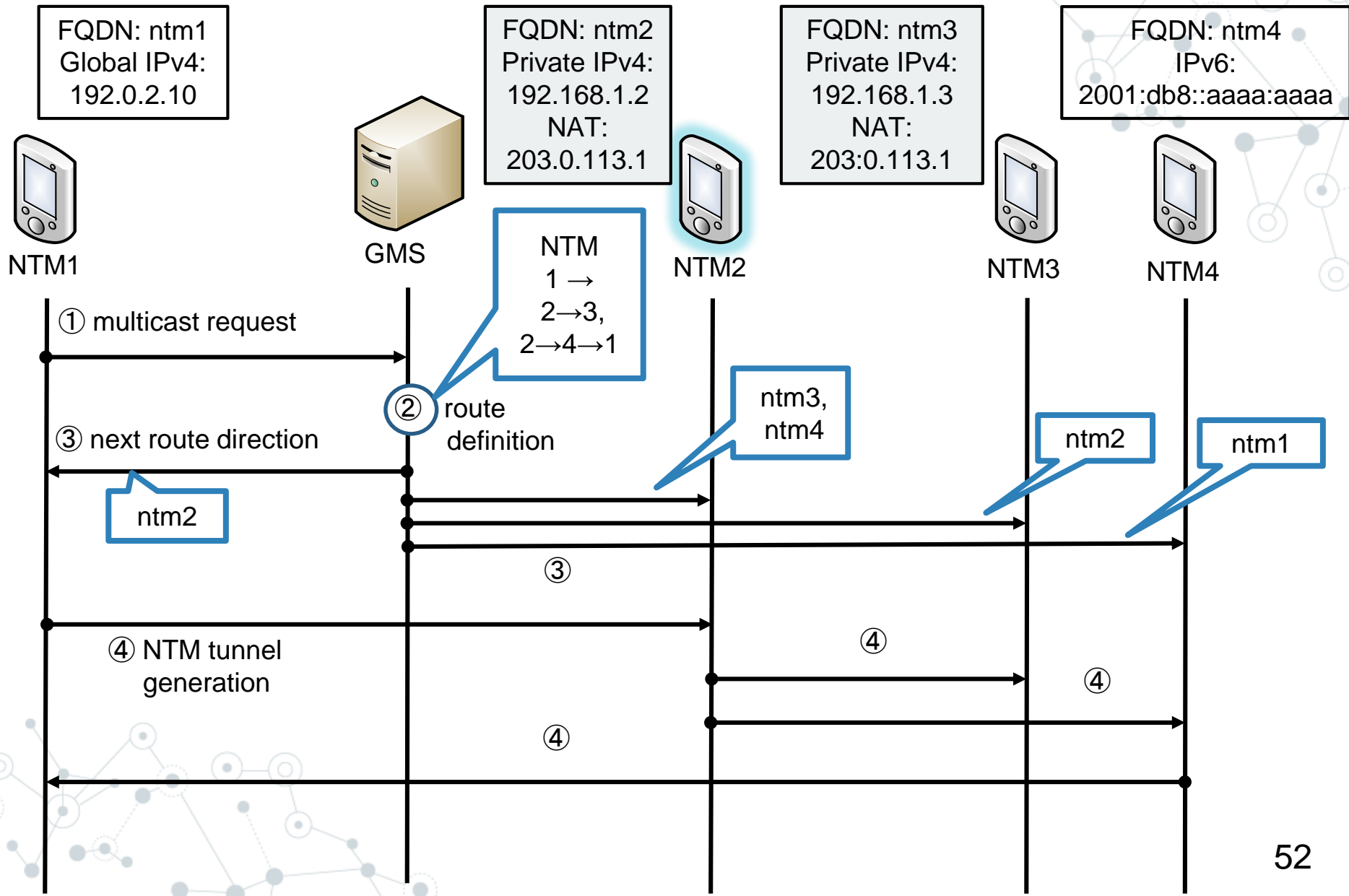
Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm4	2001:db8::aaaa:aaaa		

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm1		192.0.2.10	
G1	On	ntm2		203.0.113.1	192.168.1.2
G1	On	ntm3		203.0.113.1	192.168.1.3

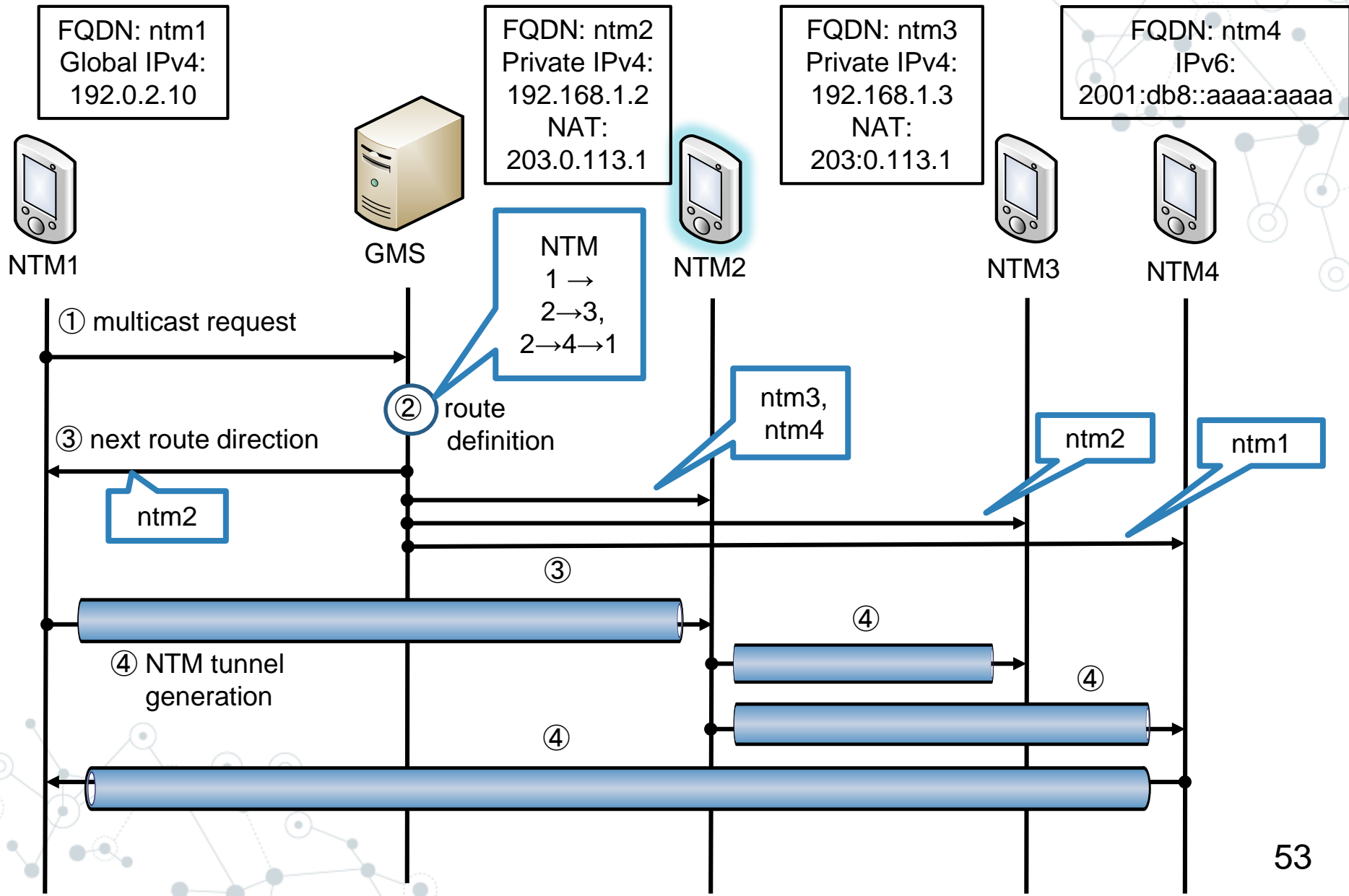
GMSの経路生成手順⑨

Group ID	Login Status	FQDN	IPv6	Global IPv4	Private IPv4
G1	On	ntm1		192.0.2.10	
G1	On	ntm2		203.0.113.1	192.168.1.2
G1	On	ntm3		203.0.113.1	192.168.1.3
G1	On	ntm4	2001:db8::aaaa:aaaa		

マルチキャストシーケンス



マルチキャストシーケンス

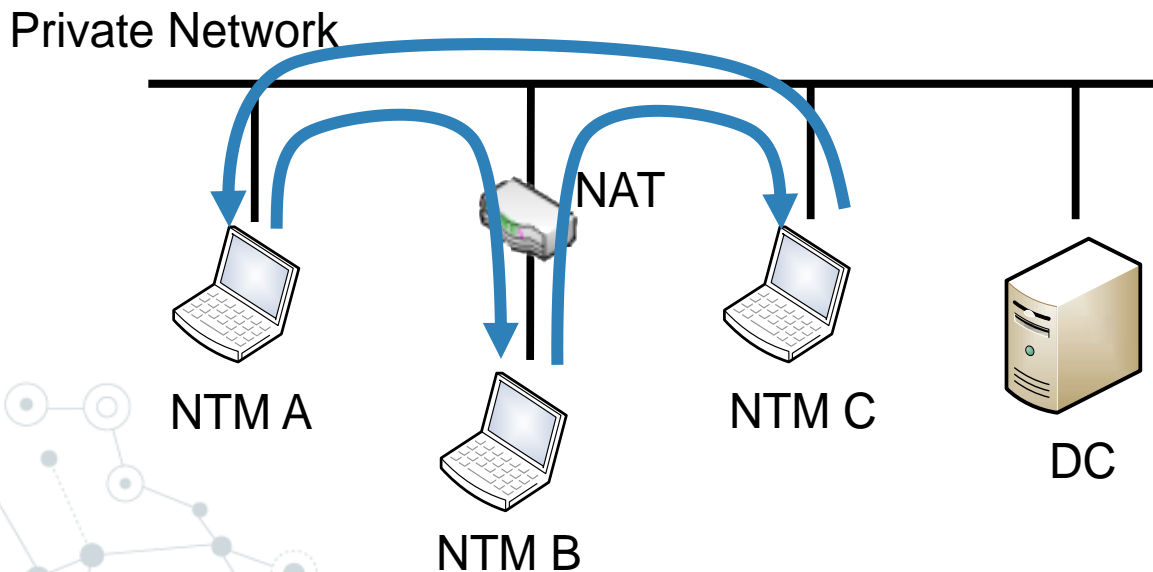


動作検証と評価

3台のNTM端末を用いてリング状にパケットを送信できるかを検証

- パケットを10回送信した際の、送信時間の平均を算出
- 送信元から、全てのNTM端末にパケットを送信し終わるまでの時間を計測
- 2台の端末をブリッジ、1台をNATで接続
- 送信順は、ブリッジ→NAT→ブリッジ

経路はすでに生成されているものとする



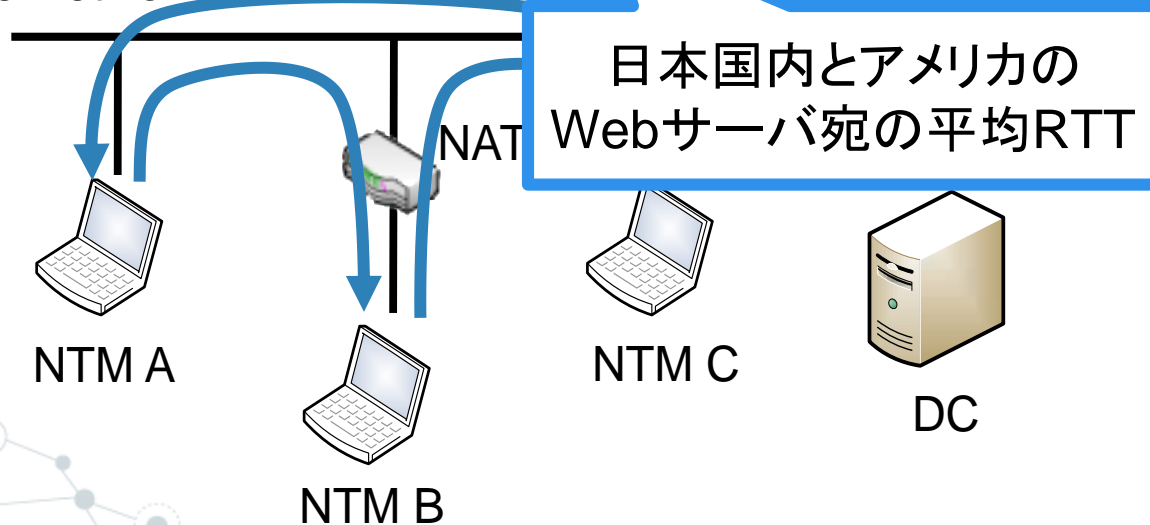
動作検証と評価

上位層に所属するNTM端末の、最大台数を算出

- 300ms以内の遅延(音声通話で許容できる遅延)
- 実ネットワークを想定
- $(RTT/2 + \text{パケット処理時間}) \times \text{端末台数} < 300\text{ms}$ を満たす端末台数を算出

	日本国内	アメリカ
RTT[ms]	25	140

Private Network



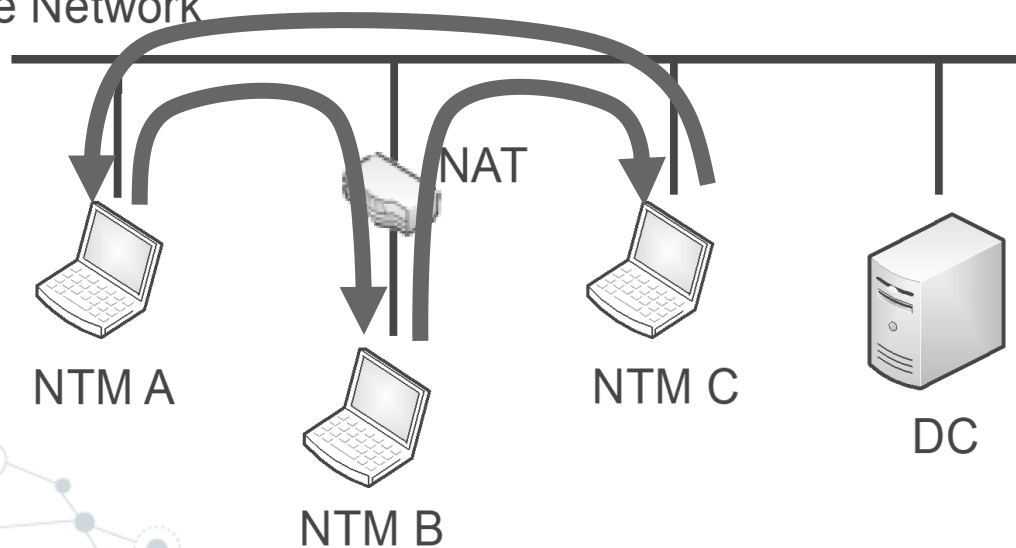
動作検証と評価

上位層に所属するNTM端末の、最大台数を算出

- 300ms以内の遅延(音声通話で許容できる遅延)
- 実ネットワークを想定
- $(\text{RTT}/2 + \text{パケット処理時間}) \times \text{端末台数} < 300\text{ms}$ を満たす端末台数を算出

	日本国内	アメリカ
RTT[ms]	25	140

Private Network

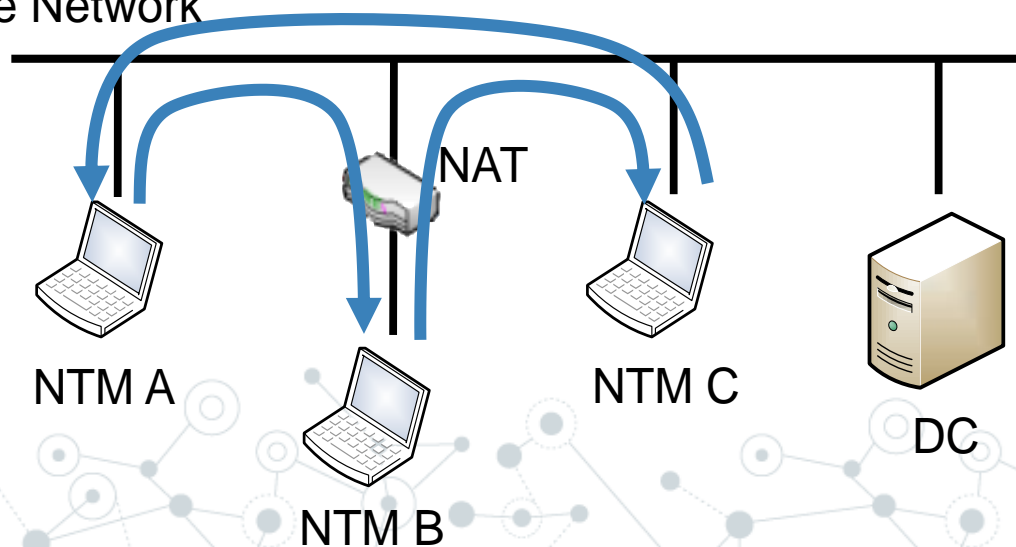


動作検証と評価

	ホストマシン
OS	Windows 7 64 bit
CPU	Intel Core i7-2660 3.4GHz
Memory	8.00GB

	NTM A, B, C
OS	Ubuntu 14.0.4 32bit
Linux Kernel	3.13.0-24-generic
CPU割り当て	1Core
Memory	2.00GB

Private Network



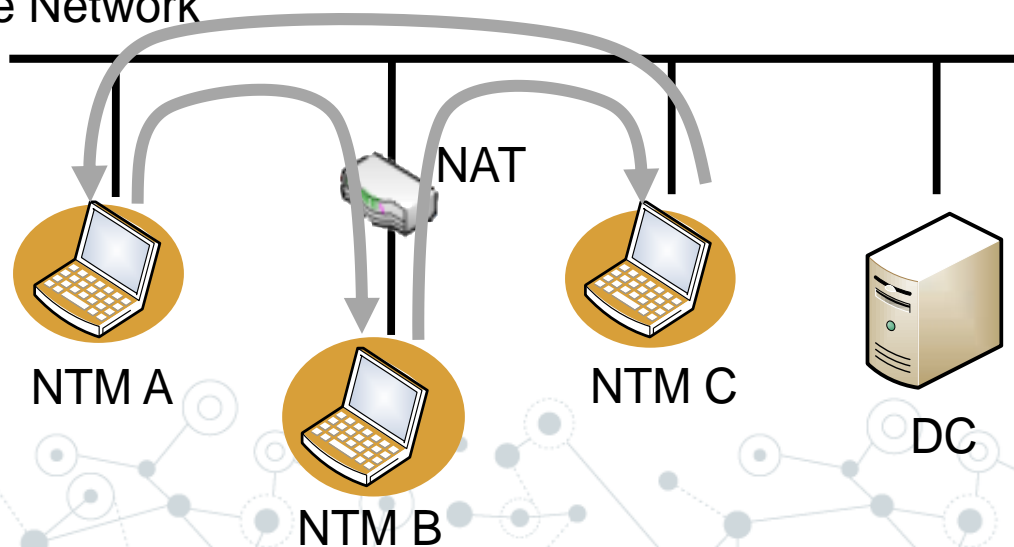
動作検証と評価

端末処理時間

8ms

NTM端末が1パケットを
処理する時間

Private Network



動作検証と評価

端末処理時間

8ms

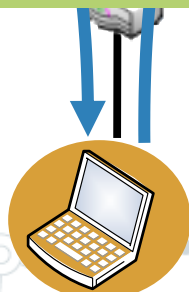
	日本国内	アメリカ
RTT[ms]	25	140
最大許容台数	15	3

Private Network

$$(RTT/2 + \text{処理時間}) \times \text{端末台数} < 300\text{ms}$$



NTM A



NTM B



NTM C



DC

動作検証と評価

	IPマルチキャスト	既存ALM	提案方式
専用機器	×	○	○
送信元	○	×	○
物理的距離の考慮	○	△	○



まとめ

◎階層構造のリング状ALMを提案

- ▶プライベート/グローバル空間で使用可能
- ▶IPv4/IPv6混在環境で使用可能

○リング状経路を使用

- ▶任意の端末が送信元になることが可能

○リングの階層構造

- ▶伝送時間短縮

→ 遅延の削減