IPv6 におけるネットワークの隠蔽方式に関する検討

久保敷　透[†]　寺澤　圭史[‡]　鈴木　秀和[††]　渡邊　晃[‡]

名城大学理工学部[†]　名城大学大学院理工学研究科[‡]　日本学術振興会[††]

1.はじめに

インターネットの普及に伴い IPv4 アドレスの枯渇が予測されており，根本的な解決策として IPv6 アドレスへの移行が必須である．IPv4 では NAT を利用することで，アドレスの枯渇対策に寄与していた．その結果，NAT 配下のネットワークが隠蔽されるという利点があった．しかし，IPv6 ではすべての端末に一意なアドレスが割り当てられるため，端末が特定されたり，ネットワーク構成が予測されたりする可能性がある．そのため，IPv6 を使用した場合においてもネットワーク構成を隠蔽したいという要求がある．そこで本稿では，IPv6 におけるネットワークの隠蔽方式を提案する．

2.既存技術

IPv6 にはプライバシーの問題を解決するアドレスとして TA（Temporary Address）[1]がある．TA は IPv6 アドレスの下位 64 ビットのインタフェース ID をランダムに生成する．このアドレスの使用により端末の特定を防止することができる．しかし，組織内のサブネット情報を示すサブネット ID の値はこれまで通りであるため，ネットワーク構成が予測されてしまう可能性がある．

そこで，ネットワーク構成をも隠蔽する方式としてホストルートを設定する方式が提案されている[2]．この方式ではサブネット ID をランダムに設定したアドレスを使用する．しかし，サブネット ID がランダムであるため，ルータがパケットをルーティングすることができない．そのため，ルータにホストルートを設定する．ホストルートとは，ルーティングテーブルにホストまでのルートを一意に設定するものである．これによりサブネットがランダムに割り当てられていたとしてもルーティングが可能となる．しかし，この方式では IPv6 アドレスの重複検出がルータを越えて行えないことや，ルータのエントリー数が膨大になることが問題となっている．

“Researches on the conceal method of the network in the IPv6”
†Toru Kuboshiki
Faculty of Science and Technology, Meijo University
‡Keiji Terazawa, Akira Watanabe
Graduate School of Science and Technology,
Meijo University
††hidekazu Suzuki
Japan Society for the Promotion of Science

3.提案方式

提案方式では，端末が 2 つのアドレスを持ち，通信相手の位置によってアドレスを使い分ける．一つのアドレスにはランダムに生成したアドレスを用い外部端末と通信を行う．もう一つのアドレスはサイト内でのみ有効なアドレスとして，内部端末の通信に用いる．

3.1. アドレス定義

内部端末との通信には ULA（Unique Local Unicast IPv6 Address）[3]を用いる．ULA はサイトローカルアドレスが廃止[4]されたのち，新たに考えられたアドレスである．サイトローカルアドレスでのアドレス重複の可能性などの問題を解決し，高い一意性を持っている．ULA はサイト内でのみ有効なアドレスとされている．

一方，外部端末と通信を行う場合は，使用しているアドレスからネットワーク構成が予測されないようにしなければならない．そこで，新たにサブネット ID を含めた下位 80 ビットまでをランダムに生成した CA（Concealed Address）を導入する．CA を外部通信用として使用することによりネットワーク構成を隠蔽することが可能である．

3.2. 動作概要

図 1 に提案方式の概要を示す．内部端末である INa（Internal Node）には外部通信用の CA1 と内部通信用の ULA1 の 2 つのアドレスが割り当てられている． INa は通信相手の位置を判断し，内部端末である INb ならば ULA1 を，外部端末である EN（External Node）ならば CA を送信元アドレスとして通信を行う．CA を用いた通信を可能とするため， CA のホストルートをルータに設定する．

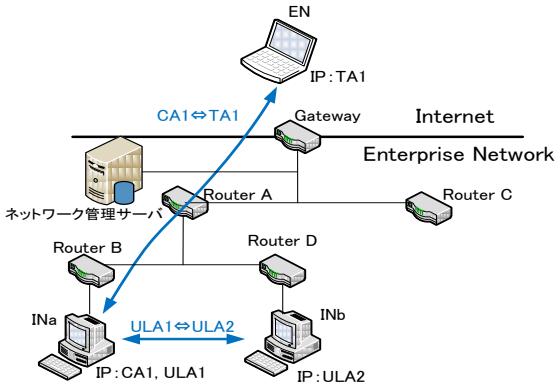


図 1　通信概要

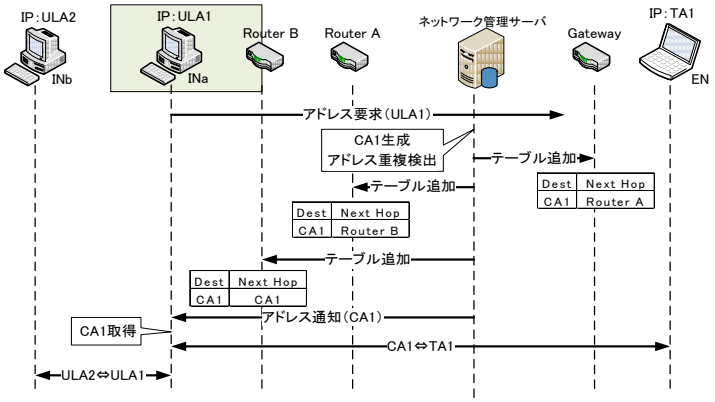


図 2　CA の取得動作

3.3. ネットワーク管理サーバ

ホストルートで問題となる IPv6 アドレスの重複検出やエントリー数が膨大になるなどの問題を解決するため，新たにネットワーク管理サーバを設置し，CA の生成，IPv6 アドレスの重複検出やホストルートの設定などを行う．以下にネットワーク管理サーバが必要とする機能を述べる．

● CA の管理

端末からアドレスの要求があった場合に，外部通信用アドレス CA を生成し，端末に割り当てる．すべての CA はネットワーク管理サーバで管理し，どの端末に CA が割り当てられているのかを把握している．また，CA には有効期限を設け，有効期限が過ぎた CA は利用できないようにする．

● ホストルートの自動設定

ホストルートの設定を端末が所属しているサブネットのルータからゲートウェイまでのルータに対して行う．この設定は，外部までの通信ルートだけに設定すればよいため，ルーティングテーブルのエントリー数の増大を抑えることが可能である．

● ネットワーク構成の収集

ネットワーク管理サーバはホストルートの設定のために，端末が所属しているサブネットを把握し，必要なルータにのみホストルートを設定する．そのため，ネットワーク構成を把握しておかなければならない．その方法として SNMP（Simple Network Management Protocol）を利用し，ルータが所持する管理情報である MIB（Management Information Base）を参照することでネットワーク構成を把握する．

3.4. CA 取得動作

図 2 に INa の CA の取得動作を示す．ネットワーク構成については図 1 と同様である．まず始めに，INa はルータからの広告により ULA のプレフィックスを受け取り，ULA1 を生成する．外部の端末との通信が必要な場合には，CA を取得するためにネットワーク管理サーバへ CA を要求するパケットを送信する．CA の要求パケットの送信元は ULA1 である．それを受け取ったネットワーク管理サーバは CA1 を生成する．ネットワーク管理サーバではすべての CA を管理しているため，アドレスの重複を避けることができる．次に取得済みのネットワーク構成と，CA 要求パケットの送信元アドレス ULA1 のサブネット ID を比較する．そして，INa の所属しているサブネットからゲートウェイまでのルータにホストルートを設定する．図 2 の場合は Router A と Router B，Gateway にホストルートを設定する．その後，CA を割り当てられた INa は通信相手の位置により，CA1 と ULA1 を使い分け通信を行う．

4. まとめ

IPv6 におけるネットワークの隠蔽方式について，外部と内部の通信に 2 種のアドレスを用いた方式を提案した．今後は実装と評価を行っていく．

参考文献

[1] T. Narten R. Draves S. Krishnan “Privacy Extensions for Stateless Address Autoconfiguration in IPv6” RFC4941 September 2007

[2] G. Van de Velde T. Hain R. Droms B. Carpenter E. Klein “Local Network Protection for IPv6” RFC4864 May 2007

[3] R. Hinden B. Haberman “Unique Local IPv6 Unicast Addresses” RFC4193 October 2005

[4] C. Huitema B. Carpenter “Deprecating Site Local Addresses”RFC3879 September 2004

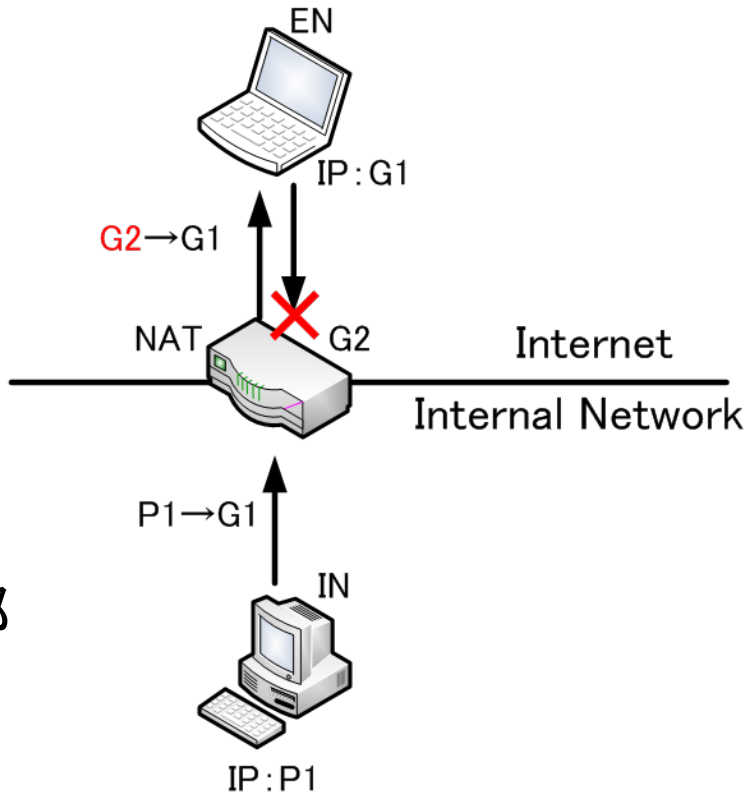
IPv6におけるネットワークの隠蔽方式に関する検討

名城大学理工学部
久保敷透　寺澤圭史　鈴木秀和　渡邊晃

Watanabe Lab.

研究背景

- グローバルIPv4アドレスの枯渇
  - 短期解決策
    - プライベートアドレスの利用
- NATの特徴
  - NAT越え問題
  - 外部にはNATのアドレスしか見えないため副次的にネットワーク内部が隠蔽される



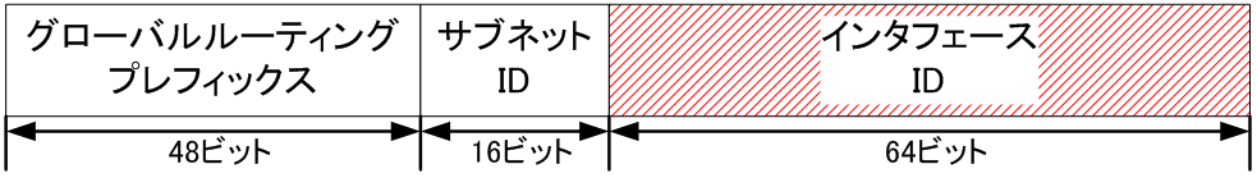
IPv6アドレスへの移行

NAT: Network AddressTranslation
IN:Internal Node
EN:External Node

研究背景

- IPv6アドレス
  - アドレスが十分確保されるためNATが必要ない
  - IPv6アドレスは一意なアドレスが割り当てられる
    ⇒ネットワーク内部を隠蔽したいという要求

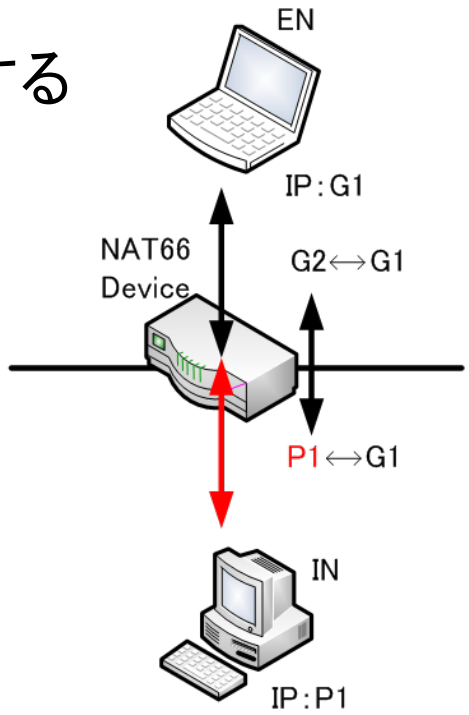
- 一時アドレス※（TA：Temporary Address）
  - インターフェースIDをランダムに生成する
    ⇒ネットワーク構成までは隠蔽できない



※”Privacy Extensions for Stateless Address Autoconfiguration in IPv6”RFC4941

既存技術(1)

- NAT66※(IPv6-to-IPv6 Network Address Translation)
  - IPv4におけるNATと同様にアドレス変換する
  - 一対一に対応させて変換
  - 双方向で通信を開始できる

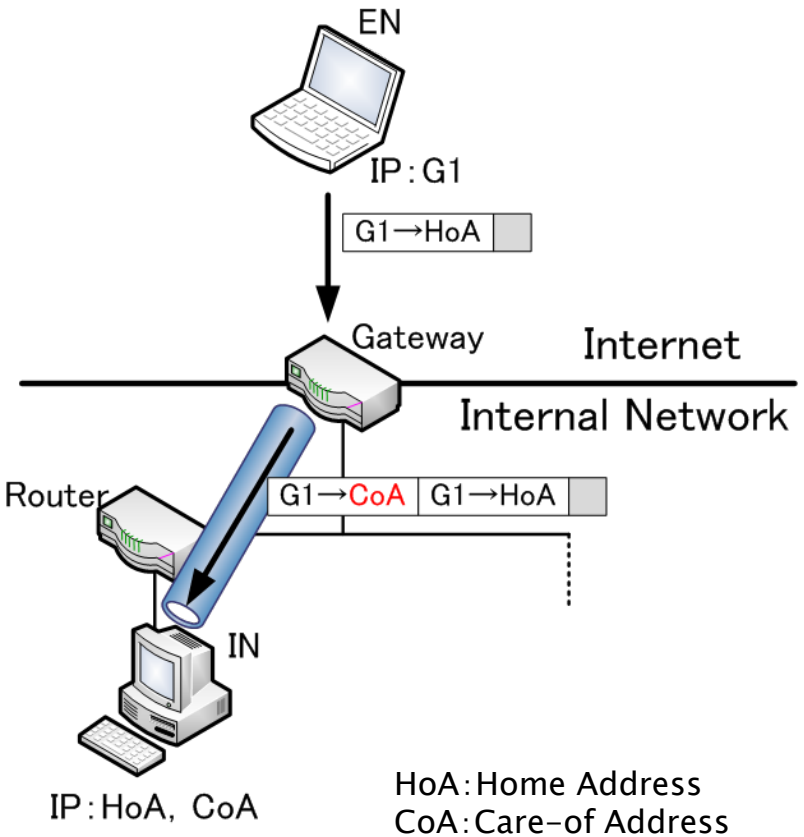


  - ペイロード内にアドレスが含まれるアプリケーションは通信ができない

※draft-mrw-behave-nat66-02

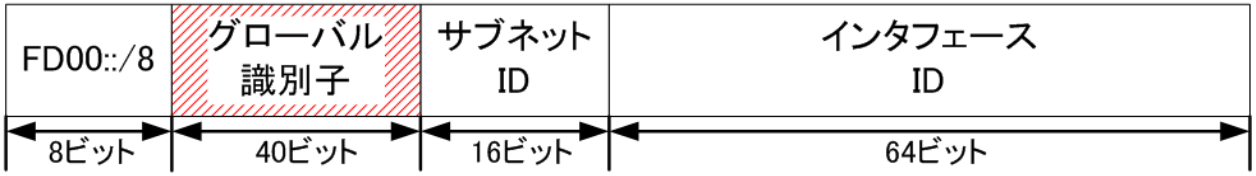
既存技術(2)

- Mobile IPv6を用いたネットワーク内部隠蔽
  - ゲートウェイがホームエージェントの役割を果たす
  - ホームアドレス(HoA)
    - 任意のサブネットID
  - 気付けアドレス(CoA)
    - ネットワーク構成に応じたアドレス
  - 内部端末同士の通信⇒経路の冗長
  - カプセル化⇒オーバーヘッド

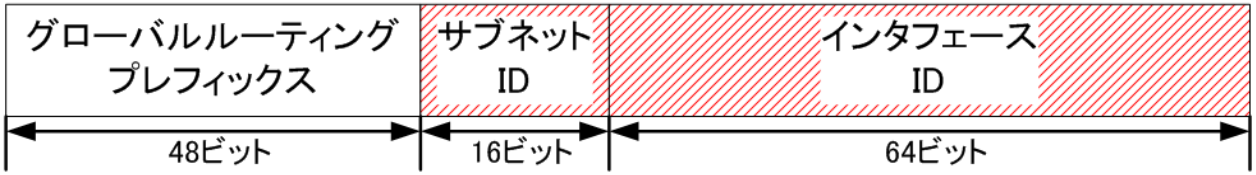


提案方式

- 内部端末に2つアドレスを割り当て，相手端末の位置によりアドレスを使い分ける
  - 内部通信用アドレス
    - ULA※（Unique Local Unicast IPv6 Address）



  - 外部通信用アドレス
    - 隠蔽アドレス（CA：Concealed Address）



※”Unique Local IPv6 Unicast Addresses”RFC4193

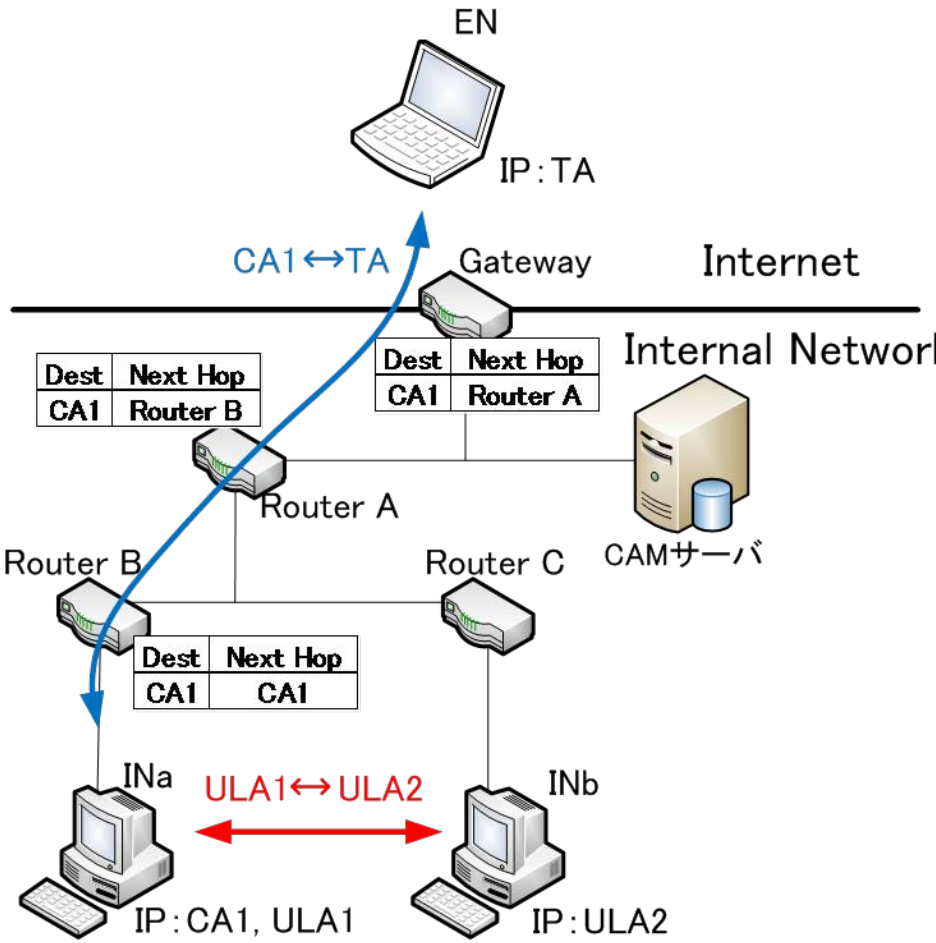
CAのルーティング

- ホストルート
  - 端末までのルートをルータに一意に設定する
  - サブネットIDがランダムであってもルーティングが可能

- 問題点
  - 端末ごとにホストルートを設定するためルーティングテーブルが膨大になる
  - CAのアドレス重複検出が行えない

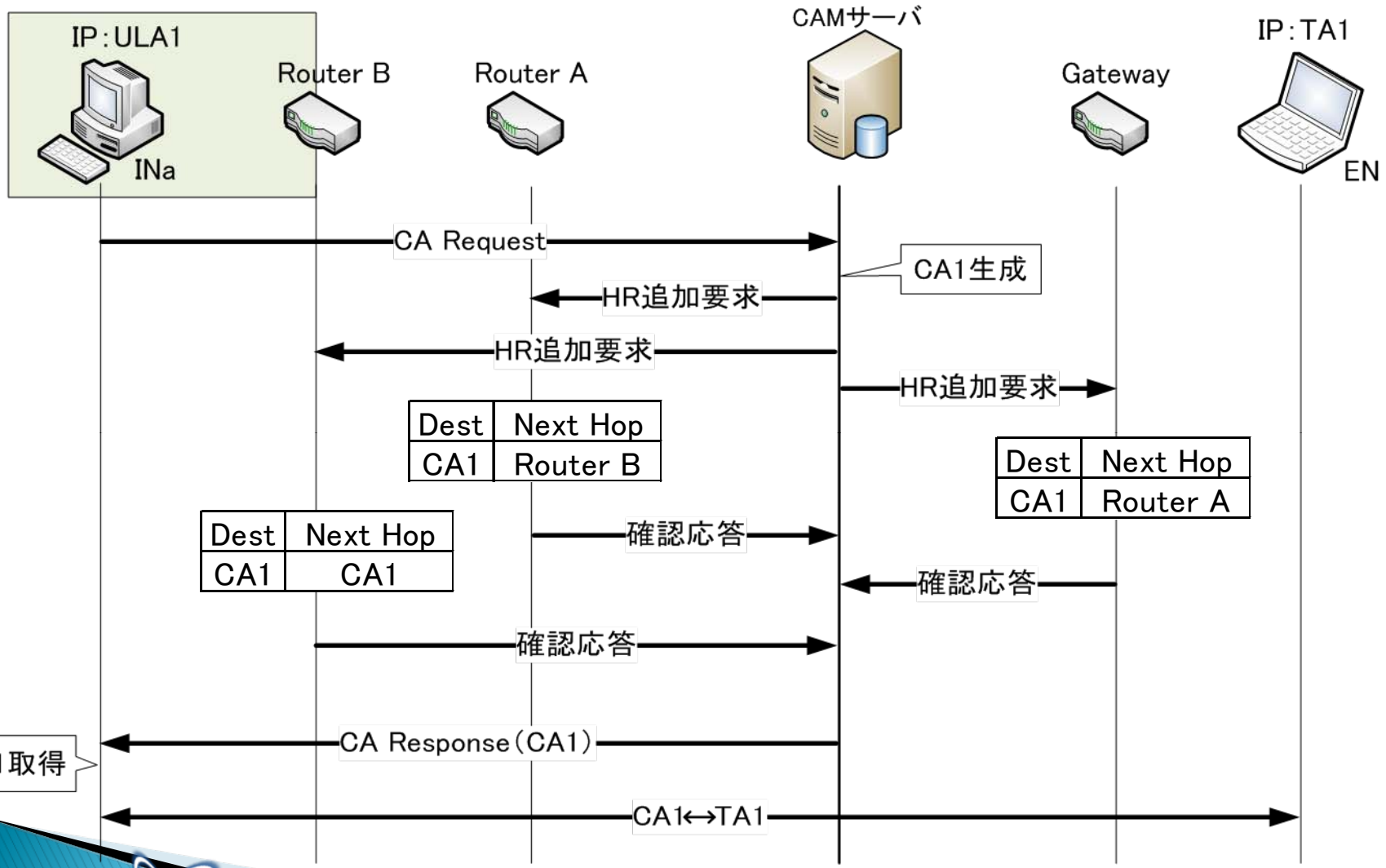
通信概要

- 隠蔽アドレス管理サーバの機能
  - CAの管理
    - 生成、割り当て
  - ネットワーク構成の把握
  - ホストルートの設定
    - 必要なルータにのみホストルートを設定



CAMサーバ：Concealed Address Management Server

CAの取得動作



HR:Host Route

提案方式の比較

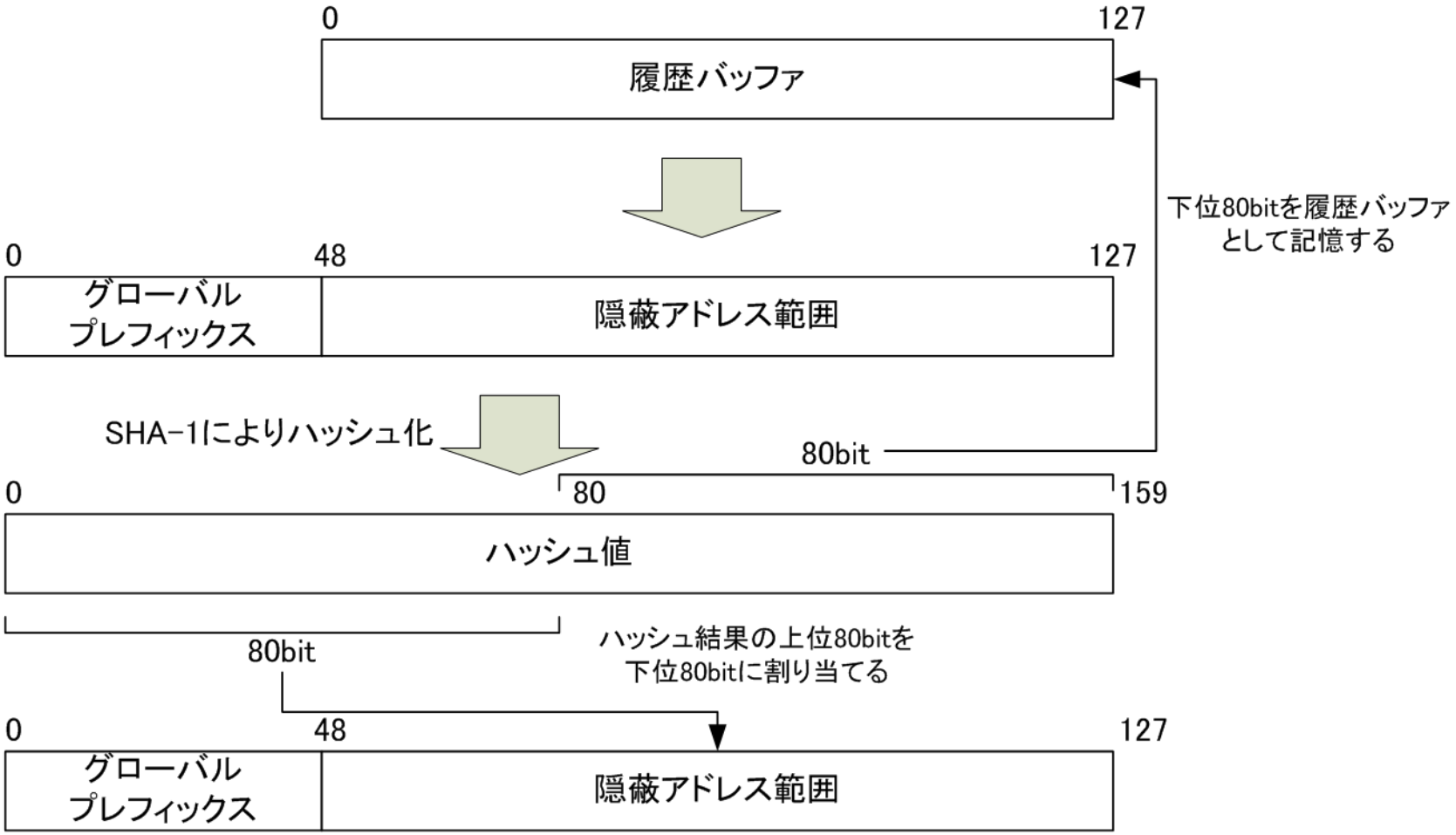
	NAT66	Mobile IPv6	提案方式
導入コスト(端末)	○	×	△
導入コスト(ゲートウェイ)	×	×	○
アプリケーション	×	○	○
ルータ負荷	○	△	△

- NAT66
  - アプリケーションが制約される
- Mobile IPv6
  - オーベーヘッド
  - Mobile IPv6をすべての端末に実装
- 提案方式
  - ホストルートによるルータ負荷

まとめ

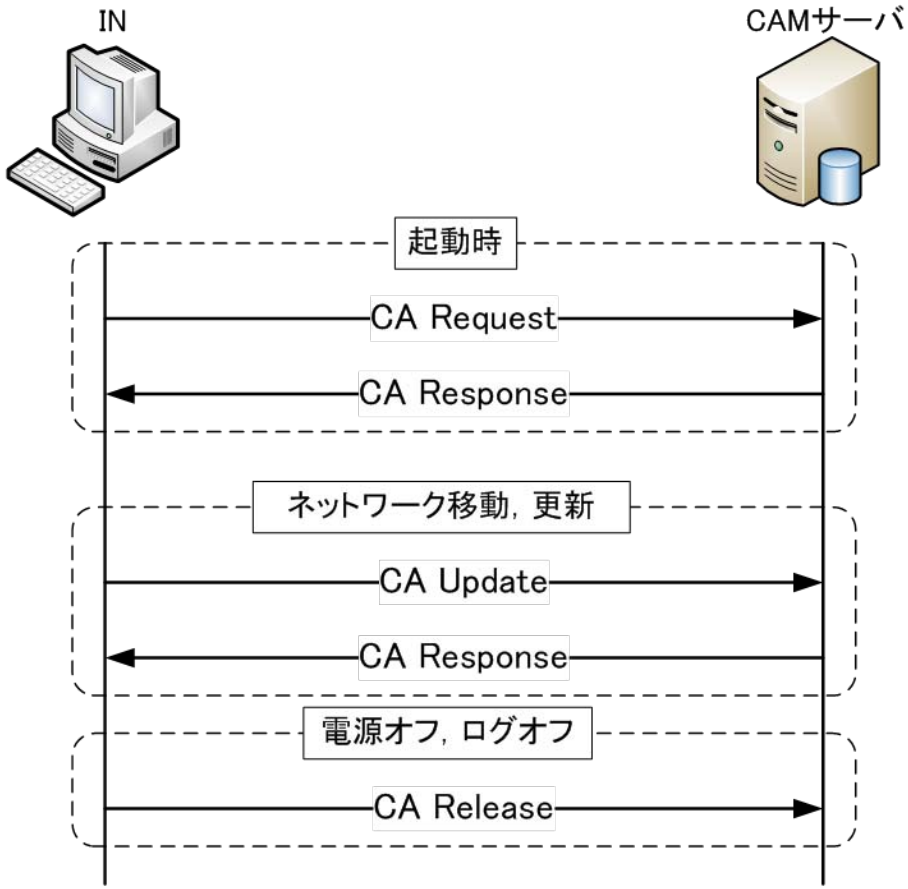
- 提案
  - 端末に2つのアドレスを割り当て，通信相手によって使い分ける
  - 隠蔽アドレス管理サーバの設置によりルーティングテーブルの増大を抑え，アドレス重複の問題を解決
- 今後
  - 実装と評価

CA生成

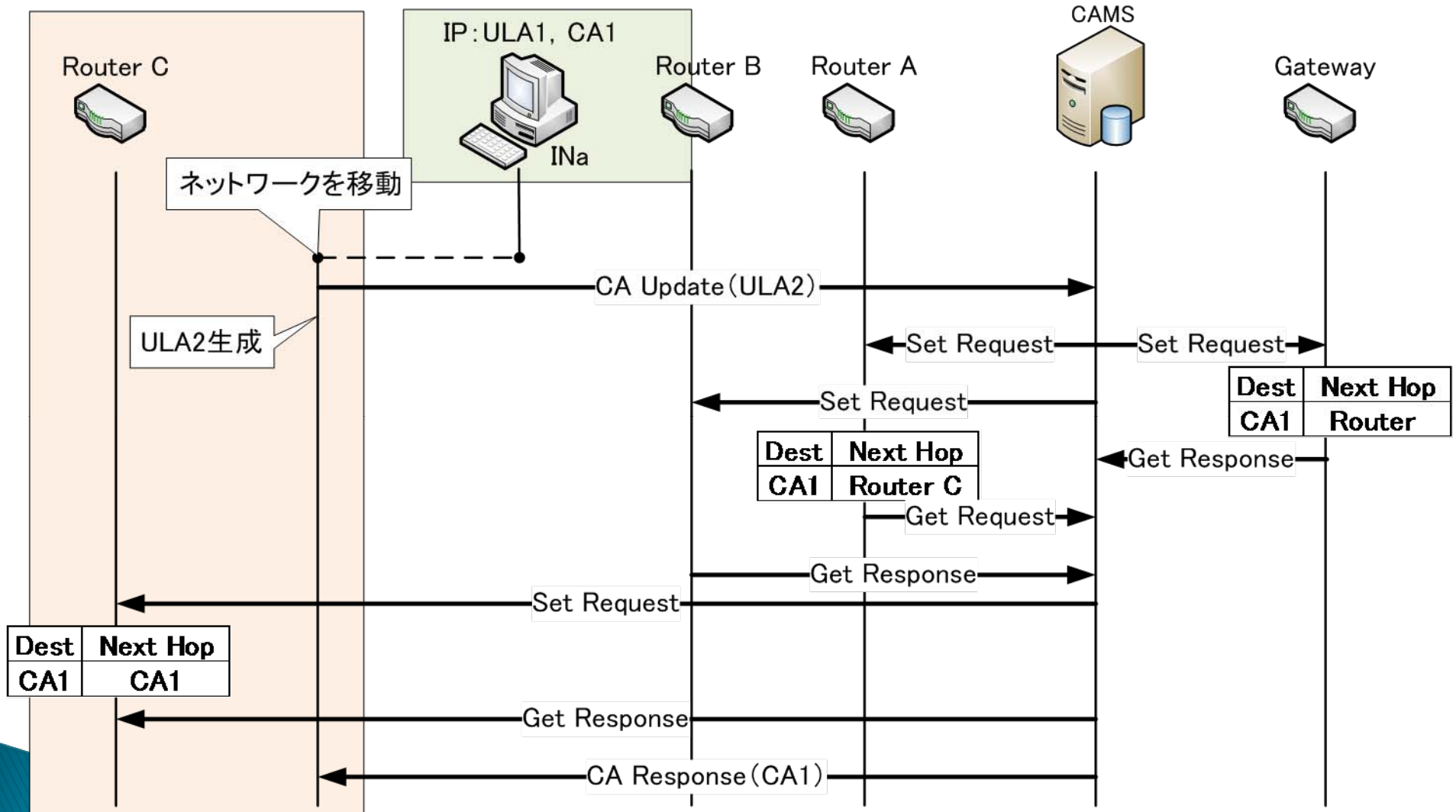

0
127
履歴バッファ
下位80bitを履歴バッファ
として記憶する
0
48
127
グローバル
プレフィックス
隠蔽アドレス範囲
SHA-1によりハッシュ化
80bit
0
80
159
ハッシュ値
80bit
ハッシュ結果の上位80bitを
下位80bitに割り当てる
0
48
127
グローバル
プレフィックス
隠蔽アドレス範囲

CAの取得と解放

- 起動時
  - CAの取得，ホストルートの設定
- ネットワーク移動，更新
  - CAの取得，ホストルートの再設定
- 電源オフ，ログオフ
  - CAの解放，ホストルートの削除

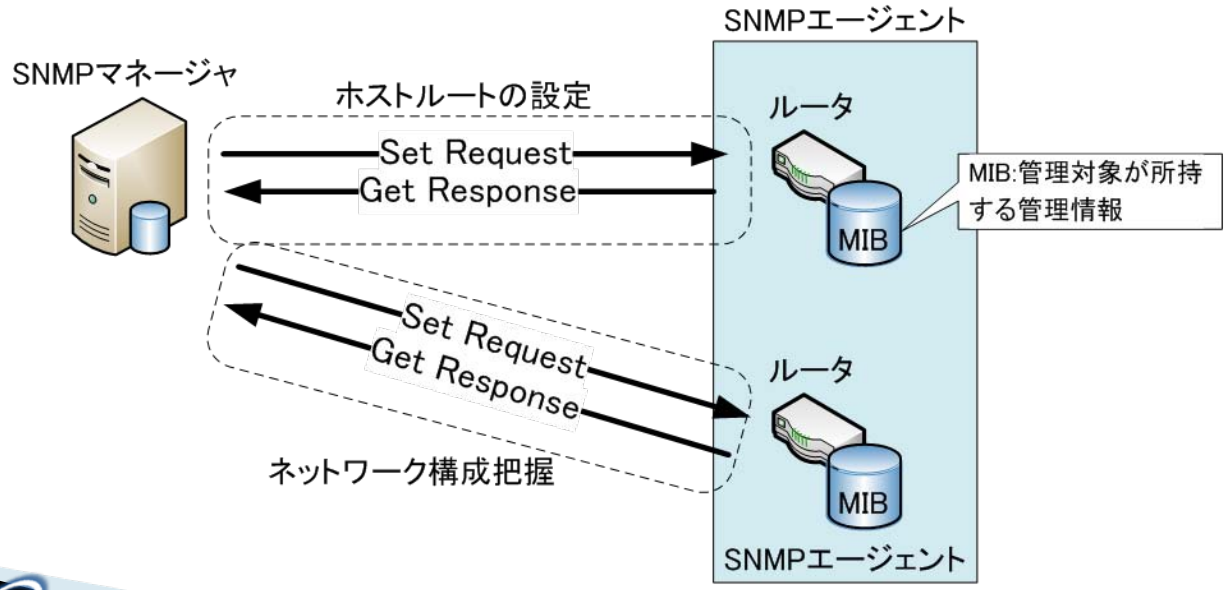


ネットワークを移動したときの動作



SNMP

- SNMP(Simple Network Manegement Protocol)
  - ネットワークを管理するプロトコル
  - 管理対象が所持するMIB(Manegement Information Base)を参照し、ネットワーク構成を把握する
  - MIBの変更



隠蔽アドレス管理サーバ

- 隠蔽アドレス管理サーバ(CAMサーバ:Concealed Address Management Server)の機能
  - CA管理
    - CA生成，割り当て，有効期限のチェック
  - ホストルートの設定
    - ルータのエントリー数を抑えるため端末から外部ネットワークまでのルート上のルータにのみホストルートを設定する
  - ネットワーク構成把握
    - ネットワーク構成把握のためネットワーク管理プロトコルであるSNMPを利用する