

# プライベート IP アドレスによるモバイル IP と SIP を用いたピアツーピア通信手法

加藤 聡彦<sup>†</sup> 伊藤 秀一<sup>†</sup> 横田 英俊<sup>‡</sup> 井戸上 彰<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> 電気通信大学 大学院 情報システム学研究所 <sup>‡</sup> (株) KDDI 研究所

## 1. はじめに

近年モバイルインターネットが広く普及しているが、Mobile IP [1]がその基本プロトコルとして使用されている [2]。しかし IPv4 アドレスを用いた Mobile IP では IP アドレス数の不足が課題となる。このため、プライベート IP アドレスの使用が検討されており、逆方向トンネリング [3]を用いた Mobile IP 手順をベースとして、ホームエージェント (HA) 単位に独立に、移動端末 (MN) のホームアドレスとして、プライベート IP アドレスを割り当てる方法が定められている [3]。これにより 1 つの HA の配下の MN の間だけでユニークなプライベート IP アドレスを割り当てるだけで済み、MN の増加によるアドレス数の不足に対応することができる。

しかしこの方法では、異なる HA に属する MN または一般のホストに対して通信を行う場合は、HA において、MN のプライベート IP アドレスをグローバルな IP アドレスに変換する NAT (Network Address Translator) 機能 [4] を実現する必要があり、このため、MN への着呼を行うことができない。すなわち、HA 単位のプライベート IP アドレス割り当てを導入した場合は、MN 間での VoIP などのピアツーピア通信を行うために、直接通信相手の IP アドレスを指定できないことになる。

これに対し、ピアツーピア通信のセッションを管理するために、SIP (Session Initiation Protocol) [5] が使用されている。SIP では、通信相手の論理名 (SIP URI) を用いて、IP アドレスを明示的に指定することなしに通信を開始することを可能としている。そこで、SIP と組み合わせることにより、プライベート IP アドレスを用いた Mobile IP において、MN 間でのピアツーピア通信が可能となると考えられる。本稿では、その通信手順について述べる。

## 2. プライベート IP アドレスによる Mobile IP

文献 [3] の示すプライベート IP アドレスによる Mobile IP 手順の概要を図 1 に示す。この図では、HA1 に属する MN1 と HA2 に属する MN2 とが同一のプライベート IP アドレス HoA をホームアドレスとして有し、フォーリンエージェント (FA) FAa の下に移動しかつ同じ通信相手 (Correspondent Node: CN) CN と通信を行っている状況を示している。HA1 および HA2 は FAa を介して、それぞれ HA1 および HA2 に登録する。その結果、HA1 および HA2 は、モビリティバインディングリストに、各 MN のホームアドレス HoA と、移動先の気付けアドレス (CoA) である FAa を保持する。また、FAa は、ビジュタリストに MN1 および MN2 のホームアドレス HoA、対応する HA のアドレス HA1 または HA2、各 MN の MAC アドレス MAC1 または MAC2 を保持する。

MN が CN と通信する場合は、以下ようになる。

- ・ MN と FA の間はプライベート IP アドレスを用いた通

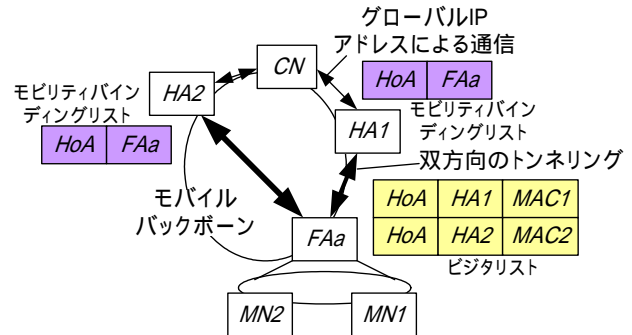


図1 プライベート IP アドレスによる Mobile IP 手順

信となる。一方 FA は、MN が送信した IP パケットを受信すると、ビジュタリストに保持された MAC アドレスから MN1 か MN2 かを区別し、対応する HA に対してカプセル化して転送する (逆方向トンネリング)。すなわちモバイルバックボーン内を転送される IP パケットは、FAa から HA1 または HA2 宛となり、これにより MN のプライベート IP アドレスが処理されることはない。

- ・ HA から MN に IP パケットが転送される場合は、通常のトンネリングで HA1 または HA2 から FAa に転送され、MN のプライベート IP アドレスはモバイルバックボーン内では現れない。また、FAa はビジュタリストのホームアドレス (HoA) と HA のアドレス (HA1 または HA2) から MN を区別し、カプセル化をはずした IP パケットを対応する MAC アドレス宛に直接送信する。

- ・ HA と CN の間の IP パケットの転送においては、HA において NAT の処理が行われ、MN1 または MN2 のホームアドレス HoA は、HA1 または HA2 の持つグローバル IP アドレスに変換されて CN 宛に送られる。このため CN では MN1 と MN2 をそのグローバル IP アドレスで区別することになる。

## 3. SIP を用いたピアツーピア通信方式

SIP は VoIP のようなピアツーピア通信のセッションの開始・完了を管理するためのプロトコルである。SIP を用いる端末は“sip:user@domain”の形式を持つ SIP URI を用いて識別される。またドメインごとにプロキシサーバおよびレジストラと呼ばれるサーバが用意される。

各端末は、事前に自身の SIP URI や IP アドレスをレジストラに登録しておく。通信を開始する端末は、通信相手の SIP URI を指定した INVITE リクエストを、自身のドメインのプロキシサーバに対して送信する。このメッセージは、通信相手のドメインのプロキシサーバ経由で通信相手に転送される。相手ドメインのプロキシサーバが端末に転送する場合にレジストラに登録した情報が利用される。

INVITE リクエストには Trying、Ringing、OK などのレスポンスが用意されており、OK レスポンスが最終的に通信相手がセッションを受け入れたことを示し、OK レスポンスがセッション開始側から ACK により確認された時点でセッションが確立される。また、INVITE リクエストお

“Peer-to-peer Communication Using Mobile IP with Private IP Address and SIP”

Toshihiko Kato, Shuichi Itoh (University of Electro-Communications), Hidetoshi Yokota and Akira Idoue (KDDI R&D Laboratories, Inc.)

よび OK レスポンスは、端末の IP アドレスを Contact フィールドに含むことが可能で、これにより、その後のセッションデータや SIP メッセージは、プロキシ経由なしで直接端末間で転送することが可能となる。ただし、INVITE リクエストに Record-Route フィールドにプロキシサーバの IP アドレスまたはホスト名を指定することにより、その後の SIP メッセージを指定したプロキシサーバを経由させることができる。またセッションを終了する場合には、一方が BYE を他方が OK レスポンスを送信する。

プライベート IP アドレスを用いるモバイル IP に、SIP を適用するために、次のアプローチを採用する。

- HA ごとに SIP ドメインを導入し、SIP のプロキシサーバを HA 内に実現する。SIP URI については、MN に割り当てられた NAI (Network Access Identifier) を流用するまたは明示的に導入することとする。前者の場合はレジストラを導入することはしない。また NAT 機能を HA に導入する。
- HA に存在するプロキシサーバは、自分自身の管理する MN から、他のドメインに属する MN との通信を開始する INVITE リクエストを受信すると、そのセッションで使用するグローバル IP アドレスを確保する。また、他のプロキシサーバから自分の管理する MN 宛の INVITE リクエストを受信すると、その MN のためのグローバル IP アドレスを確保する。これらのアドレスはそのセッションが終了するまで保持される。
- HA に存在する NAT は 2 節で示した方式に従って、中継する IP パケットにおいて、プライベート IP アドレスとグローバル IP アドレスの付け替えを行う。
- プロキシサーバはその後 SIP メッセージを転送する際に、メッセージ内の MN の IP アドレスに対して、プライベート IP アドレスとグローバル IP アドレスの変換を行う。

それぞれ HA1 または HA2 に属する MN1 または MN2 が、FAa または FAb に移動した状況で、MN1 が MN2 に対してピアツーピア通信を行う場合の通信シーケンスを図 2 に示す。ここで MN1 と MN2 は同一のプライベート IP アドレスを付与されているとする。

まず MN1 が INVITE リクエストを HA1 に存在するプロキシサーバに送信する。このメッセージには、宛先を示

す To フィールド“`To: <sip:user2@domain2>`”、発信者側と直接通信するためのアドレスを示す Contact フィールド“`Contact: <sip:user1@10.1.128.1>`”が含まれる。このメッセージは FAa によりカプセル化され HA1 まで転送され、プロキシサーバに渡される。この際、HA1 内の NAT は MN1 に対してグローバル IP アドレス G1 を割り当てる。

次に、HA1 のプロキシサーバは、宛先の SIP URI から宛先ドメインのプロキシサーバを選定し、INVITE リクエストを転送する。その際、Contact フィールドと、中継ノードを示す Via フィールドの received パラメータの MN1 のプライベート IP アドレスを G1 で置き換える。さらにセッションを通して SIP メッセージを処理するために、Record-Route フィールド“`Record-Route: <sip:sip-proxy.domain1; lr>`”を追加する。また MN1 に対して INVITE を処理中であることを示す 100 Trying レスポンスを送信する。これは FAa までカプセル化されて転送される。

HA2 のプロキシサーバは、この INVITE リクエストを受信すると、To フィールドから宛先の MN2 のホームアドレスを検索し、グローバル IP アドレス G2 を割り当て、INVITE リクエストを MN2 に転送する。その際、HA1 と同様に Record-Route フィールドを追加する。さらに 100 Trying レスポンスを HA1 に送信する。

MN2 は INVITE リクエストを受信すると、呼び出し中であることを示す 180 Ringing と、受信者が応答しセッションが確立されたことを示す 200 OK レスポンスを返送する。これらのレスポンス中には、Contact フィールドと Via フィールドの received パラメータに MN2 のプライベート IP アドレスである 10.1.128.1 が含まれる。これらのレスポンスは、INVITE リクエストの Via フィールドを逆にたどって転送される。

まず、これらを受信する HA2 のプロキシサーバでは、上記の MN2 のプライベート IP アドレスをグローバル IP アドレス G2 に変更して、HA1 のプロキシサーバに転送する。HA1 では MN1 に割り当てたグローバル IP アドレス G1 (Via フィールドに含まれる)をプライベート IP アドレスに戻して、MN1 に転送する。

次に、OK レスポンスの受信を確認する ACK が MN1 から送信される。Record-Route フィールドで 2 つのプロキシが指定されているため、このメッセージも同様な経路で転送され、それぞれでプライベートとグローバルの IP アドレスの置き換えが行われる。

その後、セッションデータが転送されるが、この転送は双方向のトンネリングの経路を用いて行われ、それぞれの HA で NAT の処理がなされる。

セッション終了時において、図に示すように確保されたグローバル IP アドレスが解放される。

#### 4. おわりに

本稿では、HA ごとに独立にプライベート IP アドレスを割り当てる Mobile IP において、SIP を用いて移動端末間でピアツーピアの通信を実現する通信方式について述べた。

#### 参考文献

- [1]: C. Perkins, Ed., “IP Mobility Support for IPv4,” RFC 3344, 2002.
- [2]: 3rd Generation Partnership Project 2, “Wireless IP Architecture Based on IETF Protocols,” 3GPP2 P.R0001, 2000.
- [3]: G. Montenegro, Ed., “Reverse Tunneling for Mobile IP,” RFC 3024, 2001.
- [4]: K. Egevang, et al., “The IP Network Address Translator (NAT),” RFC 1631, 1994.
- [5]: J. Rosenberg, et al., “SIP: Session Initiation Protocol,” RFC 3261, 2002.

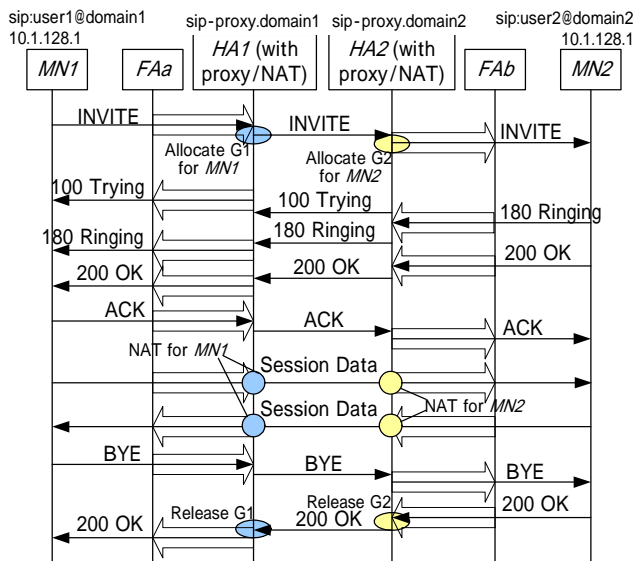


図 2 通信シーケンス