

# モバイル IP ネットワーク間の グローバルローミング方式に関する一考察

加藤 聰彦<sup>†</sup> 辻野 康一郎<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

移動体無線通信技術の発展に伴い、携帯電話網などの広域型移動通信網や、ホットスポット型無線 LAN などの局所的な高速無線ネットワークなど、さまざまなネットワークが提供されている。そこで、一つの端末が複数のネットワークに加入しそれらを切り替えて利用することが可能となっている。しかし現状では、ユーザが加入するネットワークは、一般的には独立に運用・管理されている。すなわち、端末は複数のネットワークインタフェースを用意し、それぞれに個別の IP アドレスを割り当てる必要があり、また各 IP アドレスの移動管理も、それぞれのネットワーク内のみで独立に行われている。

このような環境では複数のネットワークがより柔軟に協調できることが望ましい。例えば、伝送速度の小さいネットワークを介して通信中であった端末が、伝送速度の大きい別のネットワークに移動した場合は、伝送速度の大きいネットワークにローミングし、それまでの通信を継続することが望まれる。また、端末が着呼を行うピアツーピア通信において、その時点で端末が所属していない IP アドレスあてに通信を開始するパケットが転送された場合も、別のネットワーク経路でそのパケットを受信し、着信を可能とすることが望まれる。このためには、独立に管理された複数のネットワークに所属する端末で、それらのネットワーク間での移動の管理（ローミング管理）を実現する必要がある。

筆者らはこれまでに、Mobile IP [3]を用いて、独立に管理されたネットワーク間でのローミングに関する検討を行ってきた。しかしこれらの検討では、ローミングに固有のエージェントを導入し、またネットワーク内でのアドレス変換を必要としていた。これに対して本稿では、Mobile IP に基づく独立なネットワークにおいて、Mobile IP の手順のみでグローバルなローミングを実現する方式について検討した結果を述べる。

## 2. 設計方針

本方式を設計するに当たり以下の方針を立てた。

- ・移動端末(MN)の持つ複数のインタフェースは、すべて Mobile IP により通信を行い、それぞれ個別のホームアドレスを持ち、独立な HA により管理される。
- ・複数のインタフェースの内、いずれかに対して通信が可能となると、他のインタフェースからの IP パケットの送信も、他のインタフェースの IP アドレスあての IP パケットの受信も、通信可能となったインタフェース（アクティブインタフェースと呼ぶ）を経由して行わせる。

- ・インタフェースに優先順位を持たせ、複数のインタフェースで同時に通信可能となると、最も優先順位の高いものをアクティブインタフェースとする。

- ・前述のように、アクティブインタフェース以外のインタフェースは、アクティブインタフェース経由でデータのやり取りを行う。これはアクティブインタフェースに、フォワーディングするエンティティが存在すると解釈できる。そこで、通信を行わないインタフェースに割り当てられたホームアドレスには、アクティブインタフェースのホームアドレスをコロケート気付けアドレスとして使用させる。

- ・アクティブインタフェースが変更されると、各ホームアドレスは、対応する HA に対してアクティブインタフェースから登録を行う。

## 3. 詳細手順

図 1 に本方式の対象とするネットワーク構成を示す。端末 MN はインタフェース 1 と 2 を有し、それぞれ HoA1 と HoA2 をホームアドレスを持ち、HA1 と HA2 を HA としている。HA1 と HA2 の属するモバイルバックボーンは独立に構成され、相互におよびグローバルなインターネットに接続されている。図では、HA1 のネットワークがホットスポット型の無線 LAN を用いており、そのインタフェースの方が優先順位が高いと想定している。

MN が最初、HoA2 に対応するモバイルバックボーン 2 で通信を開始し、その後 HoA1 で通信可能な領域に移動した場合の通信シーケンスを図 2 に示す。また、その場合の移動管理情報を図 1 に示している。その概要は以下のとおりである。

- (1) 最初に HoA2 に対応するインタフェース 2 から Agent Advertisement を受信し FA2 への移動を検出する。この時点でインタフェース 1 に対しては気付けアドレスを検出していないため、アクティブインタフェースはインタフェース 2 となる。そこで、まず気付け

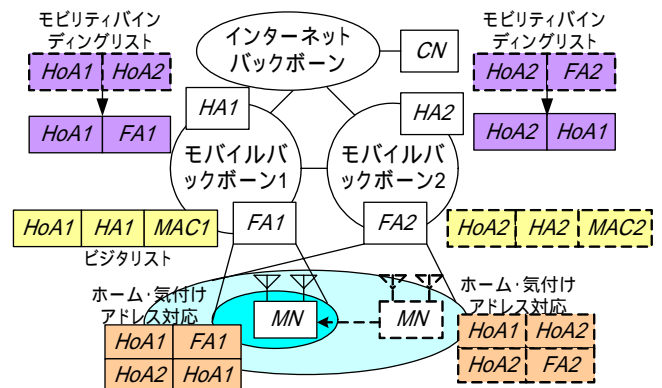


図1 ネットワーク構成および管理情報

“A Study on Global Roaming among Mobile IP Networks”  
Toshihiko Kato, Koichiro Tsujino, Shuichi Itoh (University of Electro-Communications), Hidetoshi Yokota and Akira Idoe (KDDI R&D Laboratories, Inc.)

アドレス  $FA2$  を、 $HoA2$  に対応する HA である  $HA2$  に対して登録する。

- (2) 一方、 $HoA1$  に対しては、アクティブインタフェースのホームアドレスである  $HoA2$  を、コロケート気付けアドレスとして入手したと判断し、 $HA1$  に直接 Registration Request を送信し登録する。この場合のソース IP アドレスはコロケート気付けアドレスの  $HoA2$  であることに注意する必要がある。これに対して  $HA1$  は  $HoA2$  に対して Registration Reply を返送する。このメッセージは  $HA2$  に取り込まれ、その気付けアドレスである  $FA2$  にカプセル化されて転送される。その後  $FA2$  が  $MN$  に配送する。
- (3) 次に  $MN$  が通信相手(Correspondent Node: CN)である  $CN$  に対して通信を開始する。 $MN$  からの IP パケットは  $HoA2$  から  $CN$  に対して直接転送される。また、 $CN$  からの応答は、 $HoA2$  であるため  $HA2$  により取り込まれ、気付けアドレス  $FA2$  までカプセル化され転送され、 $FA2$  により  $MN$  に配送される。
- (4) 次に、 $MN$  が  $FA1$  の配下に移動しインタフェース 1 から、Agent Advertisement を受信する。インタフェース 1 の優先順位の方が高いため、インタフェース 2 から Agent Advertisement を受信しているにもかかわらず、アクティブインタフェースをインタフェース 1 に切り替える。その結果、まずインタフェース 1 に関連して、 $HA1$  に対して気付けアドレス  $FA1$  の登録を行う。
- (5) 一方、これまで通信を行ってきたインタフェース 2 については、アクティブインタフェースでなくなったため、(2)と同様に、新たなアクティブインタフェースに対応するホームアドレス  $HoA1$  をコロケート気付けアドレスとして、 $HA2$  に登録する。このための Registration Request は  $FA1$  をルータとして経由し直接  $HA2$  に転送される。次に、その返答の Registration Reply は  $HA1$  により取り込まれ、 $FA1$  を経由して  $MN$  まで転送される。
- (6)  $FA1$  へ移動する前から継続している  $CN$  との通信では、 $MN$  側の IP アドレスは  $HoA2$  を使用している。このため、 $MN$  から  $CN$  への IP パケットは、移動後もアドレス  $HoA2$  から  $CN$  に直接転送される。
- (7) 一方、 $CN$  からの応答の IP パケットは、まず  $HoA2$  に対応する HA である  $HA2$  により取り込まれ、その移動先である  $HoA1$  に対してカプセル化されて転送される。 $HoA1$  は  $MN$  のインタフェース 1 に対応するホームアドレスであるため、対応する  $HA1$  により取り込まれる。さらに、 $HoA1$  に対応する気付けアドレスは  $FA1$  であるため、 $HA1$  は受信したパケットをさらにカプセル化して  $FA1$  に転送する。すなわち  $HA1$  から  $FA1$  へは二重のカプセル化が行われる。 $FA1$  がそのパケットを受信すると外側のカプセル化をはずして  $MN$  に転送される。その際には、インタフェース 1 の MAC アドレスを使用する。最後に  $MN$  は、 $HA2$  から  $HoA1$  までのカプセル化がなされた IP パケットを受信し、内部でコロケート気付けアドレスである  $HoA1$  に対応するヘッダをはずして、 $CN$  から  $HoA2$  までの IP パケットを処理する。

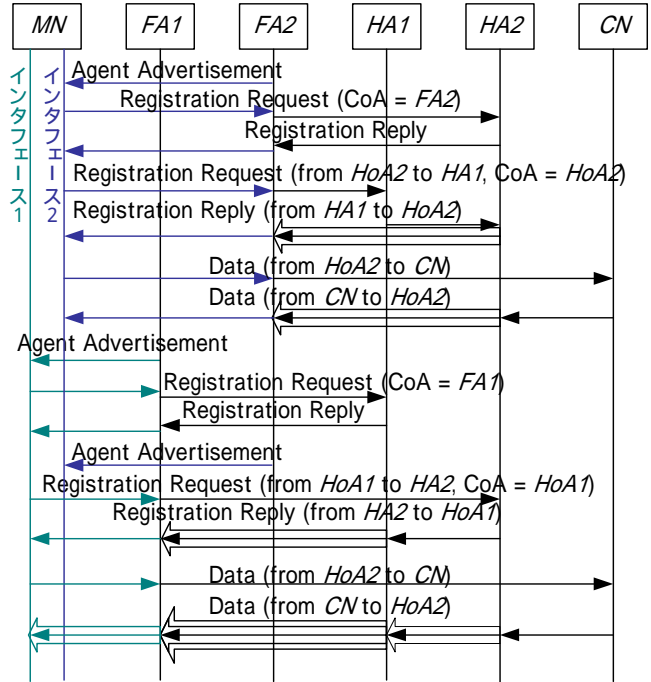


図2 通信シーケンス

- (8) なお、図に示したように、 $FA1$  の下で通信を行っている間も、 $FA2$  からの Agent Advertisement はインタフェース 2 により受信する。しかし、インタフェース 1 の優先順位が高いため、このメッセージの処理は行われぬ。MN がさらに移動を続け、 $FA1$  の通信範囲を外れた場合は、MN は  $FA2$  の下に移動したと判断し、図 2 の最初の手続きが実行され、インタフェース 2 がアクティブインタフェースとなり、気付けアドレス  $FA2$  を用いて通信が継続されることになる。

#### 4. おわりに

本稿では、独立に管理される Mobile IP ネットワークに属する複数のインタフェースを有する移動端末を対象として、ネットワークをまたがったグローバルローミングの方式を提案した。この方式では、移動端末がネットワークへの接続を変更した場合でも、すべてのインタフェースに割り当てられたホームアドレスに対する通信を継続することができる。本方式の特徴は、通信を行うアクティブインタフェース以外のインタフェースのホームアドレスに対して、アクティブインタフェースのホームアドレスをコロケート気付けアドレスに設定することであり、従来の Mobile IP の手順のみを持ちいて、グローバルローミングを実現することが可能となっている。

#### 参考文献

- [1]: 加藤他, “独立に管理されたネットワーク間のローミング方式に関する一考察,” 信学大全, Sep. 2001.
- [2]: 井戸上他, “独立に管理された Mobile IP ネットワーク間のローミング手順とその実装,” 情処研究報告 MBL-22-5, Oct. 2002.
- [3]: C. Perkins, Ed., “IP Mobility Support for IPv4,” RFC 3344, Aug. 2002.