

# レイヤ 2 モビリティネットワークの検討

黒田 正博<sup>†</sup> 大久保 晃<sup>‡</sup> 撫中 達司<sup>‡</sup> 清水 桂一<sup>‡</sup>

**要約:** 第 3 世代の移動体通信システム (IMT-2000) が浸透し始める中、Beyond IMT-2000 に向けて異種無線システムを IP 技術によって統合する All IP ネットワークに議論が盛んに行なわれている。また、IP ネットワークのインフラストラクチャは光イーサネットや RPR などの技術がメトロポリタン若しくは全国規模の広域イーサネットとして稼動し、多くの商用サービスが展開され始めている。

このような状況において、本稿では広域イーサネットと IEEE802 の無線アクセス技術の普及を前提に、Mobile IP 等の IP 技術におけるモビリティ制御機構の問題点を明らかにし、新しい異種無線システム統合ネットワークであるレイヤ 2 モビリティネットワークの提案を行なっている。このレイヤ 2 モビリティネットワークは、広域イーサネットをセグメントに分割し、階層化した移動管理及びマルチキャストトラフィックの抑制機構を導入することで、ネットワークのスケラビリティを保証し、移動時に IP アドレスを変化させることなく、シグナリングの負荷を削減することで、高速にハンドオーバーすることを実現している。

## A Study of Scalable Layer 2 Mobility Network

Masahiro Kuroda<sup>†</sup>, Akira Okubo<sup>‡</sup>, Tatsuji Munaka<sup>‡</sup> and Keiichi Shimizu<sup>‡</sup>

**Abstract:** The 3<sup>rd</sup> generation mobile communication systems having infiltrated, the proposal and study of the All IP network for beyond IMT-2000 that integrate the multi-radio environment by the IP technologies will be discussed continuously. The IP network infrastructure will be offered as the metropolitan or national wide area Ethernet on the optical and RPR and the many commercial services have been started. On condition that the diffusion of the wide area Ethernet and radio access technologies of the IEEE802, we will point out the issues of mobility management mechanism on IP technology such as Mobile IP and propose the Layer 2 Mobility Network to have the scalability and ability to fast handover. The Layer 2 Mobility Network has assured the scalability due to divide the network to the some segments and adapt the hierarchical mobility management and the mechanism reducing the multicast traffic, and realized the high-speed handover due to reduce the traffic of signaling, not to change the IP address with coming up with moving.

### 1. はじめに

第 3 世代の移動体通信システム (IMT-2000) が浸透し始める中、Beyond IMT-2000 に向けて異種無線システムを IP の技術によって統合する All IP ネットワークの検討[1],[2],[3],[4]が盛んに行なわれている。これらの検討では、無線システムに依存する部分をアクセスサイドに出来る限り閉じ込め、IP ネットワークが無線システムに依存しない共通な機構として、移動管理、認証、呼制御などの制御を提供することを提案している。

一方、IP ネットワークのインフラストラクチャは光イーサネットや RPR[5]などの技術がメトロポリタン若しくは全国規模の広域イーサネットとして稼動し、多くの商用サービスが展開され始めている。

無線アクセス技術では、設備コストのかかる第 3 世代セルラーシステムの緩やかな普及に対して、

IEEE802.11 の無線 LAN システムはサービスエリアが限定されるが、データ通信において比較的安価にサービスを提供出来ることから大きく普及し、商用サービスへの展開が始まった。

また、移動環境下での高速/広帯域化を狙った IEEE802.20 MBWA[6]などのワーキンググループの活動が始まっている。これは Beyond-IMT2000 の移動体通信システムに対して、IEEE802 LMSC[7]の高速/広帯域化伝送やハンドオーバー制御といった無線アクセス技術が大きな位置付けを占めるようになることが予見される。今後、更に IEEE802 をベースとした無線システムが普及していくことを前提とすれば、異種無線システムを MAC レイヤの技術で統合するという新たな考えが生じてくる。

### 2. 従来技術の分析

従来の異種無線を統合したシステムの実現に向けて

<sup>†</sup>独立行政法人 通信総合研究所 横須賀無線通信研究センター

Yokosuka Radio Communications Research Center, Communications Research Laboratory

<sup>‡</sup>三菱電機(株) 情報技術総合研究所

Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation.

端末の移動を制御するため、IP にモビリティの機能を与える Mobile IP[8],[9]や Cellular IP[10],[11]などのソリューションが提案されてきた。特に Mobile IP ではルート最適化やハンドオーバーの高速化[12]、階層化による制御信号量の削減[13]など各種の改良が提案されている。異種無線を統合したシステムにおいても、これらの改良は必須になるが、Mobile IP では以下のような問題がある。

- ❖ アクセスルータや各種エージェントだけモビリティ制御を行なうため、ルート最適化を行なわなければ IP パケットは必ずこれらのノードを介したアンカー方式となる。このため、パスが冗長となることによる遅延やボトルネックポイントが生じやすい。
- ❖ ルート最適化を行なうためには、物理的な場所が変わる毎に、通信相手端末との間でバインディング情報の更新 (Binding Update) やバインディング情報交換時の正当性保証のため往復経路確認 (Return Routability) といったメッセージ交換が発生するため、シグナリング負荷が増大する。

マクロモビリティを確保する Mobile IP に対して、Cellular IP はマイクロモビリティを確保する技術であるが、ホストエントリという手法により、ルート情報を管理するため、ルータを IP ルーティングのコンセプトに矛盾して動作出来るようになり、汎用ソリューションには成り難い。

また、Mobile IP における上記問題を解決するため、2.5 層の技術である MPLS を使用し、ラベルを端末の移動に合わせて配布し、移動する端末との間の経路制御を行なう方法が提案されている[14]。この MPLS を用いたモビリティ制御方法は、MPLS の QoS 制御機構を利用できるという大きなメリットが存在するが、Mobile IP と同様にカプセル化手法によるオーバーヘッドが発生する。

MAC レイヤにおけるモビリティ制御では、既に IEEE802.11 の Task Force F において IAPP[15]と呼ばれるアクセスポイント間のローミングのための技術が標準化された。IAPP はアクセスポイント間で移動端末のコンテキストを交換することで、アクセスポイントを跨いだ通信の継続性を保証する機構である。これはマイクロモビリティを前提としているため、Mobile IP のような特別な移動制御は不要である。しかしながら、移動先のアクセスポイントがレイヤ 2 更新フレームと呼ばれるブリッジに対するアドレス学習用のフレームをネットワーク内にブロードキャストするため、移動頻度や端末の収容数によってはスケラビリティを確保することが困難となる。

以上を踏まえて、本稿は広域イーサネットと IEEE 802 の高速/広帯域化伝送を提供する無線アクセス技術の普及を前提に、従来技術における移動に伴って発生

するシグナリングやブロードキャストによる負荷やオーバーヘッドの増大という問題点を解決して、スケラビリティを実現するアーキテクチャとし、かつ高速なハンドオーバー制御を提供するレイヤ 2 モビリティネットワークの提案を行なう。

### 3. Layer 2 Mobility Network Architecture

広域イーサネットのようなブロードキャストドメインにおいて MAC レイヤでスケラビリティを確保するためには、移動に伴った制御情報や近隣探索のためのマルチキャストといったトラフィックの抑制が課題となる。この課題を解決するための Network Segmentation 及び Multicast Management について以下に述べる。

#### 3.1. Network Segmentation

スケラビリティを担保するためにレイヤ 2 モビリティネットワークはモビリティ制御をトラフィックやネットワークオペレーションの観点から最適化出来るようにネットワークを複数のレイヤ 2 セグメントの集合体として構成することを提案する。レイヤ 3 から見るとレイヤ 2 モビリティネットワーク全体が一つのブロードキャストドメイン、すなわちサブネットとして見える。図 1 にセグメントで分割したレイヤ 2 モビリティネットワークを示す。図に示すように、一つのセグメント内はツリー状の階層化構成、またはリング (図中の Local Ring 部分) 構成、或いはツリーとリングの複合型で構成し、セグメント同士は RPR 等のリング (図中の Ring Core Network 部分) により接続する。

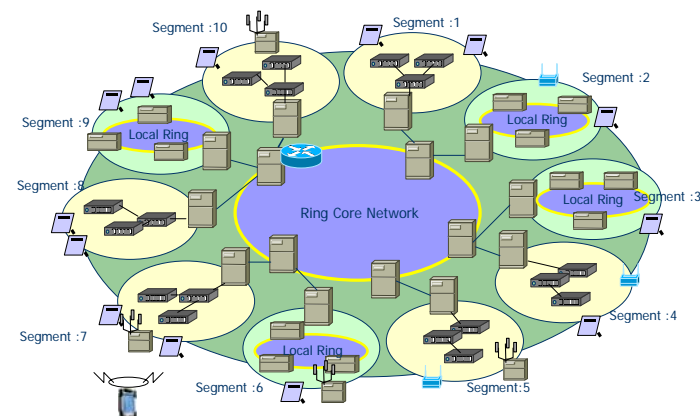


図 1: Segmentation of Layer 2 Mobility Network

セグメントとしてネットワークを分割することのメリットは広域なネットワークを想定した場合、単一の機構で最適な移動管理を実現するのが困難であり、移動管理領域を分割して各領域、すなわちセグメントの移動管理機構を組み合わせることで最適な機構が実現出来る。また各セグメントの移動管理機構で発生する制御用信号のトラフィックをネットワーク全体に波及させることなく、セグメント内に閉じ込めることが出来、該トラフィックを局所化出来る。更に単一の IP ネットワ

ークを広域に展開する場合、ネットワークオペレーションの観点から移動管理の領域をローカルに定義し易く、設備の拡張等において独立したメンテナンスが可能となる。

### 3.2. Multicast Management

前節で述べたようにレイヤ 2 モビリティネットワークは一つの広域なブロードキャストドメインであり、レイヤ 3 のマルチキャストトラフィックは、一般的なレイヤ 2 スwitch のフラディング機構によりレイヤ 2 モビリティネットワーク全体に伝播する。特にレイヤ 2 モビリティネットワークは広域に展開することを狙っているため、帯域の浪費やユーザ間のユニキャストトラフィックへの影響が大きな問題と成り得る。

このため、レイヤ 2 モビリティネットワークではレイヤ 3 の各種マルチキャストトラフィックを抑制する機構を提供する。レイヤ 2 モビリティネットワークとして最も特徴的な機構の一つは、非ブロードキャストドメインのエミュレーション機構である。レイヤ 2 スwitch 群で構成するブロードキャストドメインにおいて、IPv6 の近隣探索など一部のマルチキャストトラフィックに対しては、あたかも非ブロードキャストドメインのように振舞い動作する。

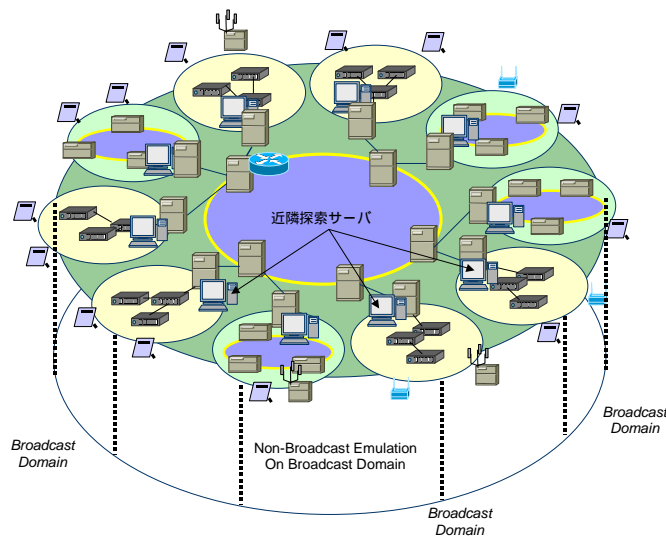


図 2: Emulation of Non-Broadcast Domain

IP 通信では下位レイヤのアドレス解決が必須であり、IPv6 では上記近隣探索手順が規定されている。この近隣探索を目的とした要請ノードマルチキャストに関しては近隣探索サーバのコンセプトを導入し、近隣探索手順におけるトラフィックがマルチキャスト、すなわちフラディングされることを防止する。具体的には、近隣探索サーバの配置をネットワーク内で固定化し、レイヤ 2 スwitch が要請ノードマルチキャストパケットに対応した MAC アドレスを認識して、ユニキャスト扱いで近隣探索サーバへ転送する。近隣探索サーバが IPv6 アドレスの重複チェックを行なうとともに、その

エントリを登録する。

この近隣探索サーバは IP アドレスと MAC アドレスとを管理する機能を提供するものであり、ATM (Asynchronous Transfer Mode) などの非ブロードキャスト型のネットワークで考えられてきた手法と類似するが、端末からは近隣探索サーバの存在が見えない点が大きく異なる。

### 4. Mobility Management

前節で述べたセグメント化に従って、セグメント内部とセグメント間のモビリティ制御方式、及び異種無線システム間のハンドオーバをサポートするインタフェース切替えについて述べる。

#### 4.1. Intra-Segment Mobility Management

セグメント内部のモビリティ制御は、セルラーネットワークや Mobile IP のように特定の装置 (例えば HLR, Home Agent や VLR, Foreign Agent など) で端末の位置管理を集中的に行なうのではなく、セグメントを構成する各レイヤ 2 スwitch で分散管理することで実現する。

ツリー状に配備されたレイヤ 2 スwitch による階層型のネットワークにおいて、移動する端末に対する各スwitch のエントリ情報 (当該端末宛のレイヤ 2 フレームをフォワーディングするための情報) を、該端末の移動に合わせてダイナミックに更新する。この際、必要最小限のエントリ情報のみを制御するように最適化し、エントリ消費量を押さえることにより、広域ネットワークへの展開をはかる上でのエスケラビリティを確保している。以下に位置登録、フレーム転送及び高速ハンドオーバの具体的な実現方法について述べる。

#### Location Registration

図 3 に階層型ネットワークにおけるエントリの登録/更新及び削除手順を示す。図中のエッジスswitch はアクセスポイントを収容する最下位層のレイヤ 2 スwitch、ゲートウェイスswitch は最上位層のレイヤ 2 スwitch、ブランチスswitch はエッジとゲートウェイのスswitch 間に存在する中継スswitch である。A, B は階層構成の同じ経路に存在することを、また  $A_1, A_2$  は経路 A 内で分かれていることをそれぞれ示している。

エントリ情報の登録/更新は、MAC (ユーザデータ) フレーム転送時のレイヤ 2 スwitch の学習機構に加えて、移動に伴った経路変化を即時に反映させるために、アクセスポイントまたは、アクセスポイントを収容するレイヤ 2 スwitch がエントリ登録要求フレームを最上位層に存在するレイヤ 2 スwitch に対して送信し、経路上にあるレイヤ 2 スwitch が当該移動する端末の MAC アドレスを学習する。

また移動する端末がネットワークと繋がった状態では、登録/更新したエントリ情報を維持する必要がある

ため、アクセスポイントが周期的にエン트리登録要求フレームを階層の最上位層に存在するスイッチ方向に対して送信する。

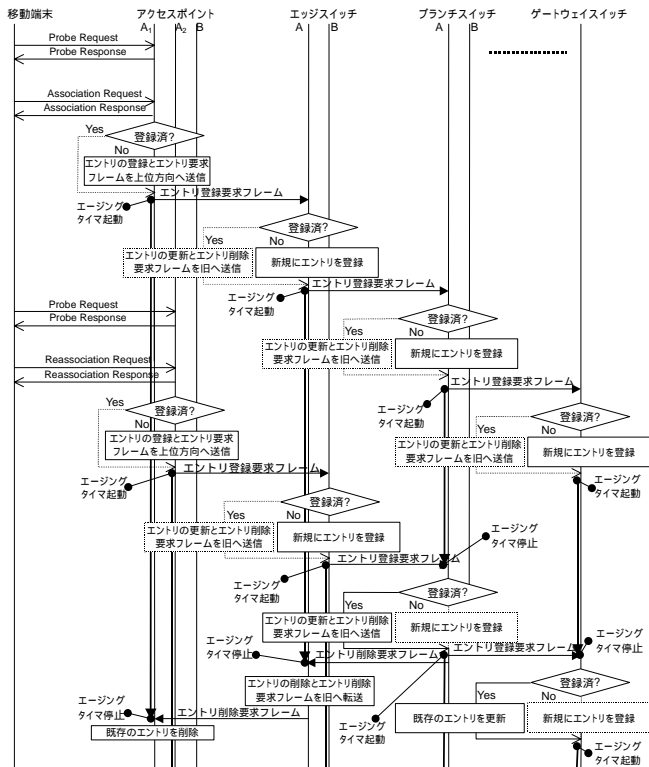


図 3: Update and Cancel Entry on Intra-Segment

一方、エン트리情報の削除はレイヤ 2 スwitchのエージング機構に加えて、アンカーポイント（移動前後で該移動した端末に対するフォワーディングを継続して行なうレイヤ 2 スwitchで、最下位層に存在するレイヤ 2 スwitchを指す）から移動前の経路に存在するアクセスポイント及びレイヤ 2 スwitchに対して、エン트리削除フレームを送信することで積極的に旧経路上のレイヤ 2 スwitchが保持するエン트리情報を削除する。エントリが移動前の経路で残り続けていると、移動前の経路の配下に存在する端末から送信した MAC フレームは、全て誤って配送されるため、新しい経路を確立すると同時に古い経路を削除する。これにより誤った配送を防ぐのと同時に効率の良い移動管理を実現する。

### MAC Frame Forwarding with Learning

図 4 に階層型ネットワークにおける MAC フレームの転送手順を示す。図中のスイッチの名称や記号の意味は、エントリの登録/更新及び削除手順の図（図 3）と同一である。移動端末の A,B はそれぞれ階層構成の経路 A,B に対応する。

エン트리情報はツリーを構成するネットワークに繋がっている移動する端末の分しか存在しない（但し同報通信のマルチキャストアドレスは除く）ので、各階層のレイヤ 2 スwitchは自身が管理している配下に

繋がっている全端末のエントリを保有する。したがって、最上位層のレイヤ 2 スwitchまで到達すれば、必ず宛先が判明して転送が可能となる。

また、移動する端末間の通信における経路最適化を実現するため、下位層から上位層に向けた MAC フレームの転送についても各スイッチでは送信先の MAC アドレスをキーにエン트리情報を検索する。検索の結果、ヒットする場合は登録されているポートへ転送し、ヒットしない場合はフラディングするのではなく、デフォルトフォワーディングとして最上位層のスイッチ方向に転送する。また、MAC（ユーザデータ）フレーム転送時のエントリ学習では、階層の上位に対する転送に必要なエン트리情報はデフォルトフォワーディングとして集約出来るため、階層の下位から上位に対する MAC フレームの転送だけに適用する。

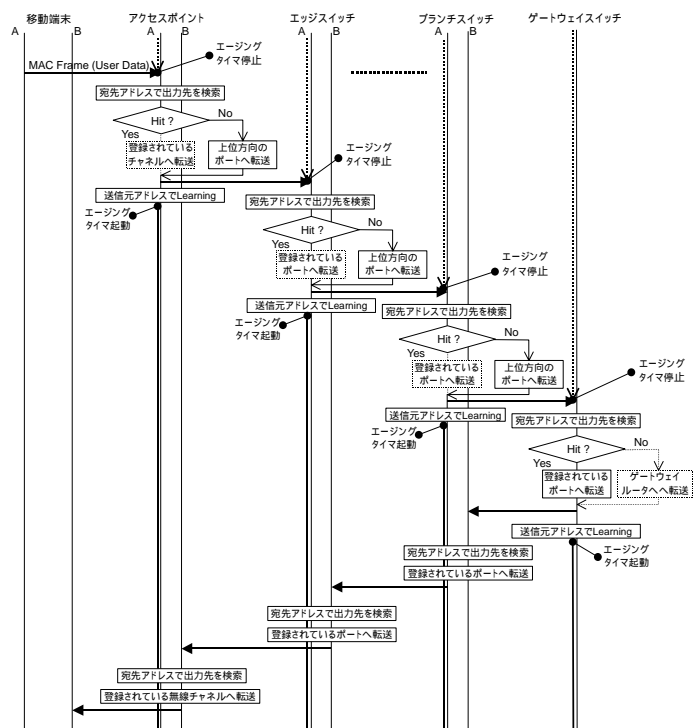


図 4: MAC Frame Forwarding with Learning

このデフォルトフォワーディングによりセグメント内部のトラヒックを低減させ、エントリの学習規則でレイヤ 2 スwitchのエントリ消費量を押さえることにより、広域ネットワークへの展開をはかる上でのエスケラビリティを確保する。

### High-Speed Handover

図 5 に高速ハンドオーバーを実現する予測に基づいたハンドオーバー手順を示す。図中の各スイッチの意味はエントリの登録/更新及び削除手順の図（図 3）及び MAC フレームの転送手順の図（図 4）と同一である。

提案の方式は、ネットワーク側の予測機構（Mobile IPv6 の Fast Handoff[12]で想定しているトリガ機構）による移動の検出後に、いち早く新しいアクセスポイントへ

の経路を確立するため、接続している移動前の旧アクセスポイントからダイレクトに、移動先の新アクセスポイントに対して Handover Initiation with Anticipation フレームを送出する。この際、オプションとして新アクセスポイントから旧アクセスポイントに対して Handover Initiation with Anticipation フレームに対する応答 (Acknowledge) フレームを送信し、新経路を確立するためのエントリを学習させるようにしている。但し、この時点で旧経路のエントリの消去はせずに、動的に決まるアンカーポイントからの Bi-casting 状態とする。

上記応答 (Acknowledge) フレームによるオプションを使用しない場合は、Handover Termination フレームがエントリの更新及び削除を兼ねることで、各スイッチに対する移動する端末のエントリの更新と削除を一括して実施する。

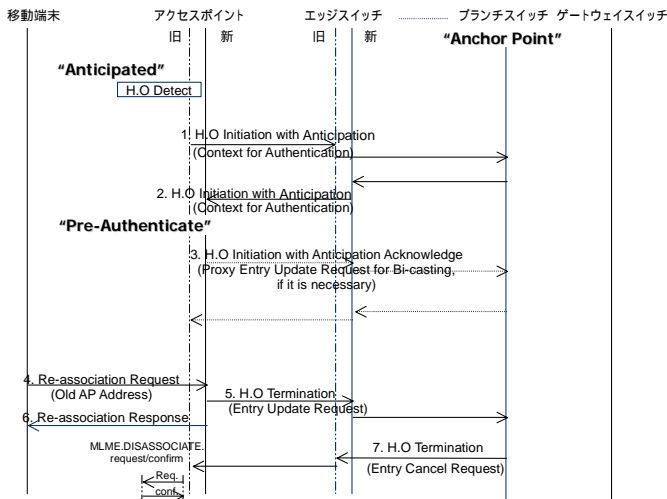


図 5: Handover with Anticipation

また、暗号キーなどの認証コンテキストをあらかじめ転送しておき、移動前のアクセスポイントを介して移動先のアクセスポイントとの間で相互認証 (但し、アクセス可否判断のみ) を実施することにより、移動前にハンドオーバーの起動と合わせて相互認証を行なうことで、高速なハンドオーバーを実現する。なお、移動前に認証する手法は IAPP[15]の Proactive Cache の手法と類似するが、移動先を特定させることで、IAPP のような Neighbor Graph に登録されたアクセスポイントに対する Proactive な Cache Notify を必要としない。

#### 4.2. Inter-Segment Mobility Management

セグメント間のモビリティ制御は各セグメントの最上位層に存在するスイッチ (ゲートウェイスイッチ) 間のモビリティを制御する機構である。図 5 にセグメント間に跨る通信モデルを示す。

セグメント内のモビリティと経路制御は、前節で述べたセグメント内部のモビリティ制御機構により保証するが、リングをベースとするセグメント間のモビリティ制御と整合させるために、次のように移動を制御

するシグナリングメッセージをハンドリングする。移動する端末がセグメント間を移動した際に送信される エントリ登録要求フレームを、移動先のセグメントのゲートウェイスイッチが一端終端した後に、エントリ登録要求メッセージを移動元のセグメントのゲートウェイスイッチまで転送し、移動元のセグメントのゲートウェイスイッチがエントリ削除要求フレームを自セグメント内部の旧経路上の各スイッチに通知する。

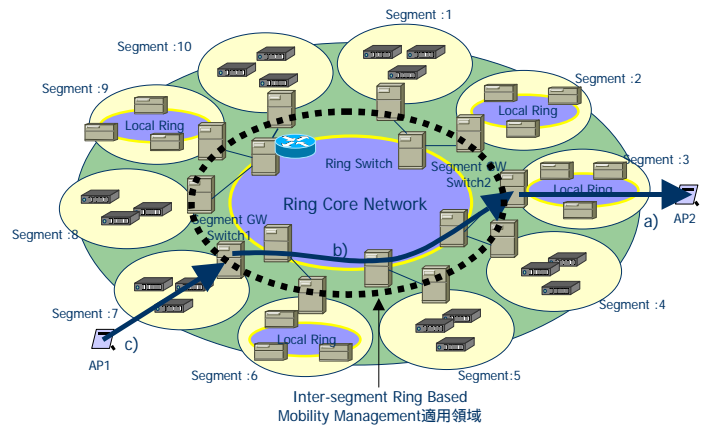


図 5: Communication Model for Inter-Segment

図 6 に旧セグメントへのエントリ削除要求フレームの転送シーケンスを示す。

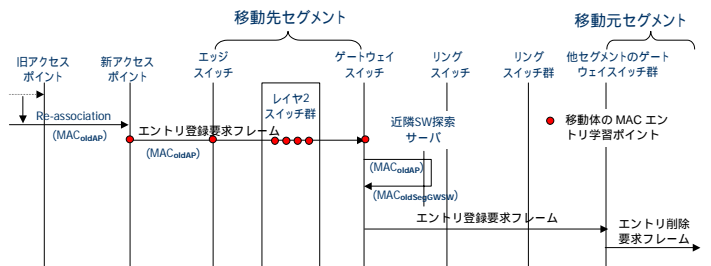


図 6: Forwarding the Cancel Entry Request Frame

エントリ登録フレームの新旧セグメント間の転送はリングを基本とするセグメント間のモビリティ制御機構に応じて、ブロードキャスト通信 (ブロードキャスト方式) 或いは、ユニキャスト通信 (MAC 学習方式とアンカー方式) で実現する。

#### Broadcast Method

ブロードキャスト方式では、セグメントのゲートウェイスイッチは一切、他セグメントに存在する移動する端末の MAC アドレスのエントリを持たないことを基本にする。したがって、図 7 に示すようにセグメントのゲートウェイスイッチ間の通信は常にリングを一周する。移動する端末宛の MAC フレームはセグメントのゲートウェイスイッチやリングのコアネットワークがエントリを学習しないように構成する。

このため、ユニキャストの MAC フレームも全ての物理ポートに送信され、全てのセグメントのゲートウェ

スイッチがこの MAC フレームを受信する。セグメントのゲートウェイスイッチは受信した MAC フレームの宛先アドレスを精査し、このアドレスのエントリを持つセグメントのゲートウェイスイッチが MAC フレームを自セグメント内に取り込んで転送を行なう。

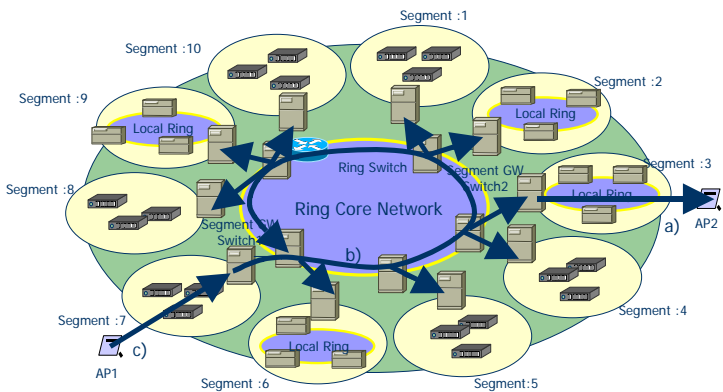


図 7: Broadcast Method

### MAC Learning Method

MAC 学習方式では、セグメントのゲートウェイスイッチのみが他セグメントに存在する全ての移動する端末の MAC エントリを持つことを基本にする。したがって、図 8 に示すようにセグメントのゲートウェイスイッチ間の通信は常に最適パスが保証出来る。

セグメント内の通信を保证するためのエントリ登録要求フレームを他セグメントのゲートウェイスイッチまでブロードキャストで通知し（リングを一周する）移動する端末が存在するセグメント内の各レイヤ 2 スイッチに加えて、他セグメントのゲートウェイスイッチおよびリング上のレイヤ 2 スイッチが移動する端末の MAC アドレスを学習する。

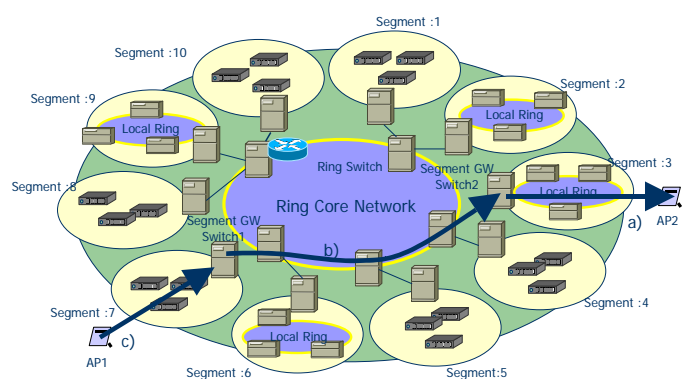


図 8: MAC Learning Method

この方式では、他セグメントのゲートウェイスイッチがブロードキャストされるエントリ登録要求フレームがセグメント内に流れ込まないようにガードする。また、移動端末から送信される通常の MAC フレームからこれらのレイヤ 2 スイッチが MAC アドレスのエントリを学習しても良い。

### Anchor Method

アンカー方式では、移動端末の存在する位置に係らず、移動する端末に対して一つのゲートウェイスイッチを特定し（これをホームセグメントゲートウェイスイッチと呼ぶ）このホームセグメントゲートウェイスイッチのみが、常に端末が存在するセグメントを認識することを特徴とする。そして一端ホームセグメントゲートウェイスイッチに配送された移動端末宛の MAC フレームが移動する端末の存在するセグメントのゲートウェイスイッチまで転送される。

移動端末の移動時にエントリ登録要求のブロードキャストフレームを受信したセグメントのゲートウェイスイッチは、一端このフレームを終端した後、この移動する端末に対するホームセグメントスイッチを特定する。そして、セグメントのゲートウェイスイッチが移動する端末の MAC アドレスと自ゲートウェイスイッチの MAC アドレスの対応をホームセグメントゲートウェイスイッチに対して登録/更新する（このメッセージのソース MAC アドレスは移動する端末のものではなく、セグメントのゲートウェイスイッチものとなる）。

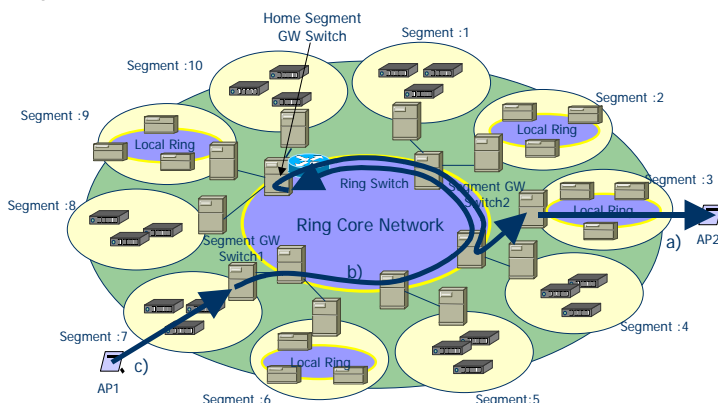


図 9: Anchor Method

ホームセグメントゲートウェイスイッチは各セグメントに存在するゲートウェイスイッチと独立に実装するケースも有り得る。この場合、ホームゲートウェイスイッチは、実際にはセグメントを管理せず、アンカーポイントおよび移動する端末の MAC アドレスとゲートウェイスイッチの MAC アドレスとの対応の管理ポイントとして機能する。

図 10 にアンカー方式におけるエントリ登録のシーケンスを、また図 11 に同方式における MAC フレーム転送のシーケンスを示す。

以上の 3 つの方式において、ゲートウェイスイッチが収容するエントリ数が最も少なく、実装も容易となるのはブロードキャスト方式であるが、リング内のトラフィックを抑制しスケラビリティを確保するには、MAC 学習方式により直接ユニキャストで移動先に対して通信するのが最も良い。しかしながら、各セグメ

ントのゲートウェイスイッチが全ての移動する端末のエントリを持つ必要があるため、ネットワーク規模が大きくなるにつれて全エントリを学習するのは現実的ではなくなる。現実的には、広域になればなるほど、MAC 学習方式においてもエントリ数が足りなくなり、この場合、ブロードキャスト方式に近いトラヒックに近づいていくことが想定される。

一方、アンカー方式は移動する端末のエントリ情報を各ホームセグメントゲートスイッチに分散させることで MAC 学習方式におけるエントリ情報の爆発を押さえることが出来、ブロードキャスト方式に比べて、リング内のトラヒックも押さえることが出来る。MAC 学習方式とアンカー方式のどちらが望ましいかは、ネットワーク規模などの適用領域を定量的な評価により見極める必要がある。

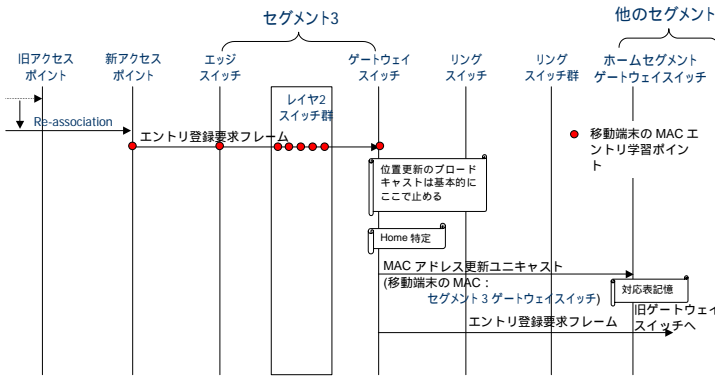


図 10: Anchor Method ~ Update Entry ~

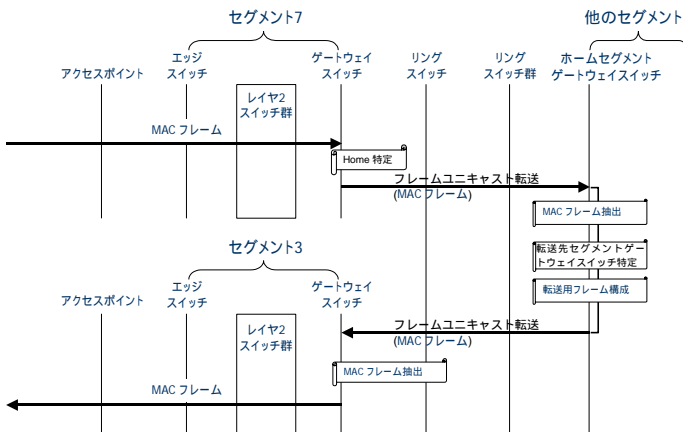


図 11: Anchor Method ~ MAC Frame Forwarding ~

### 4.3. Interface Switching

インタフェース切替は異種無線システム間のハンドオーバをサポートする機構であり、無線システム毎に割当てているインタフェースの切替 (Switching) を実現する。このインタフェース切替にはレイヤ 2 モビリティネットワーク内の切替とレイヤ 2 モビリティネットワーク間の切替があり、前者はレイヤ 2 モビリティ制御の枠組みの中で、後者は Mobile IP[9]に

より実現する。

移動する端末におけるインタフェースのモデルは、端末の独立性を高めることを目的とし、無線システム毎に割当てているインタフェース毎に IP アドレスと MAC アドレスとがそれぞれ割り付けている。このモデルに対して、インタフェースに依存しない仮想 IP アドレスをオーバレイすることで、インタフェース切替えによらず、セッションを維持することが可能とする。

図 12 にインタフェース切替の概要を示す。前述の通り、インタフェース切替によって MAC アドレスは変化するが (仮想) IP アドレスは変化しない。このため、インタフェース切替メカニズムは、近隣探索サーバおよび通信相手端末への IP アドレスと MAC アドレスの対応付けの更新と (レイヤ 3 制御) レイヤ 2 スイッチ内の MAC エントリのアドレススワップに分解できる (レイヤ 2 制御)。両者は基本的に独立にモデル化される。

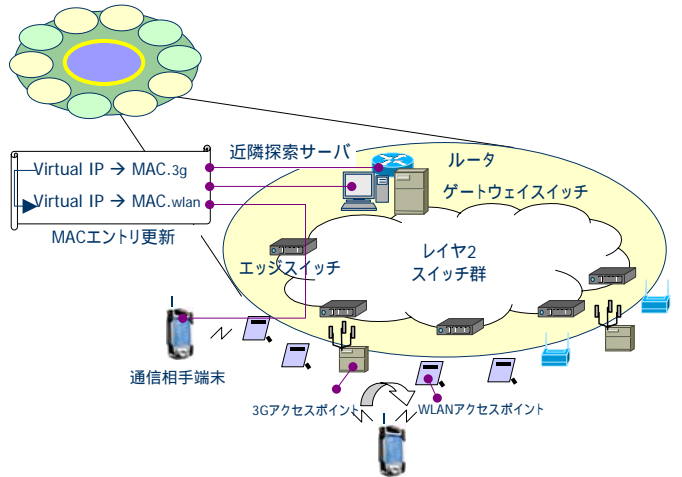


図 12: Interface Switching

移動する端末はレイヤ 2 モビリティネットワークに対して、使用するインタフェースの MAC アドレスと仮想 IP アドレスの対を通知する。具体的には、近隣探索サーバに対して、<MAC アドレス、仮想 IP アドレス>の対を登録する。また、移動する端末は通信相手端末 (或いは中継ルータ) に対して、IP アドレスと MAC アドレスの対応付けのキャッシュ変更を通知する。具体的には明示的に通信相手端末に ICMPv6 の近隣広告を通知するか、或いは暗黙的に IPv6 の近隣到達可能性確認手順によりにキャッシュの更新を行なう。

### 5. おわりに

本稿において、広域イーサネットと IEEE802 の無線アクセス技術の普及を前提とし、スケーラブルかつ高速なハンドオーバの実現が可能なレイヤ 2 モビリティネットワークの提案を行なった。その中でセグメント化とマルチキャストトラヒックの抑制を特徴とすることを述べ、スケーラビリティの実現方式について議論した。また、該アーキテクチャに基づいたレイヤ 2 ネットワーク

ネットワークのモビリティ制御の実現方式を示した。

今後は、レイヤ 2 モビリティネットワークの具現化に向けてインタフェース切替えにおけるネットワーク主導シグナリング、レイヤ 2 での認証、ページング(ロケーション管理)について検討を行なうとともに、評価/検証も合わせて行なう予定である。

### References

- [1] H.Lach, C.Janneteau and A.Petrescu, "Network Mobility in Beyond-3G Systems", IEEE Communication Magazine, pp.52-57, July 2003.
- [2] H.Yumiba, K.Imai, and M.Yabusaki, "IP-Based IMT Network Platform", IEEE Personal Communication Magazine, vol.8, no.5, pp.18-23, October 2001.
- [3] T.Otsu, I.Okajima, N,Umeda and Y.Yamao, "Network Architecture for Mobile Communication Systems Beyond IMT-2000", IEEE Personal Communication Magazine, vol.8, no.5, pp.31-37, October 2001.
- [4] M.MoMona, Y.Noguchi, M.Ono, Y.Suda, Y.Matsunaga, and K.Okanoue, "A Proposal of All-IP Mobile Network Architecture (1) - Evolution beyond IMT-2000 -", IPSJ 2002-MBL-21, vol.2002, no.49, pp.1-6, May 2002.
- [5] "IEEE 802.17 Resilient Packet Ring",  
<http://grouper.ieee.org/groups/802/17/>
- [6] "IEEE 802 Mobile Broadband Wireless Access",  
<http://grouper.ieee.org/groups/802/20/>
- [7] "IEEE 802 LAN/MAN Standard Committee",  
<http://grouper.ieee.org/groups/802/>
- [8] C. Perkins, "IP Mobility Support", IETF RFC2002,  
<http://www.ietf.org/rfc/rfc2002.txt>, , October 1996.
- [9] D. Johnson, C. Perkins, and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6",  
<http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-mobileip-ipv6-24.txt>, Internet-Draft, June 2003.
- [10] A.Campbell, "Cellular IP", Internet Draft,  
draft-ietf-mobileip-cellularip-00.txt, January 2000.
- [11] A. G. Valko, "Cellular IP - A New Approach to Internet Host Mobility," ACM Computer Communication Review, January 1999.
- [12] R.Koodli, "Fast Handovers for Mobile IPv6",  
<http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-mobileip-fast-mipv6-06.txt>, Internet-Draft, March 2003.
- [13] Hesham Soliman, Claude Castelluccia, Karim El-Malki and Ludovic Bellier, "Hierarchical Mobile IPv6 mobility management (HMIPv6),  
<http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-mobileip-hmipv6-08.txt>, Internet-Draft, June 2003.
- [14] Fabio M. Chiussi, Denis A. Khotimsky and Santosh Krishnan, "Mobility Management in Third-Generation All-IP Network" , IEEE Communication Magazine, pp.124-135, September 2002.
- [15] "Draft Recommended Practice of Multi-Vendor Access Point Interoperability via Inter-Access Point Protocol Across Distribution Systems Supporting IEEE 802.11 Operation", IEEE 802.11f/D5 January 2003.