

IPv6 Mobility の動向

Interop Tokyo 2005
Mobile IP 関連技術とモバイルリアリティ
2005年6月8日 幕張メッセ

島慶一 <keiichi@iijlab.net>
IIJ 技術研究所

今日の話題

- Mobile IPv6/NEMOの**基本**
- **移動通信技術に関する最近の話題**
 - ▷ IPv4 traversal**技術**
 - ▷ NEMOを応用した**サイトマルチホーム**
 - ▷ Bootstrap**機構**
- **移動通信技術の今後**

Mobile IPv6概要

□ Proposed Standard仕様

- ▷ 2004年6月にRFC化

- ▷ RFC3775 "Mobility Support in IPv6"

- ▷ RFC3776 "Using IPsec to Protect Mobile IPv6 Signaling Between Mobile Nodes and Home Agents"

□ IPv6ホストに移動通信機能を追加

- ▷ 単体で移動する比較的高性能なIPv6ノードに応用

□ 特徴

▷ 移動透過

- ▷ 異なるIPv6ネットワークに移動してもアドレスが変化しない

▷ メディア非依存

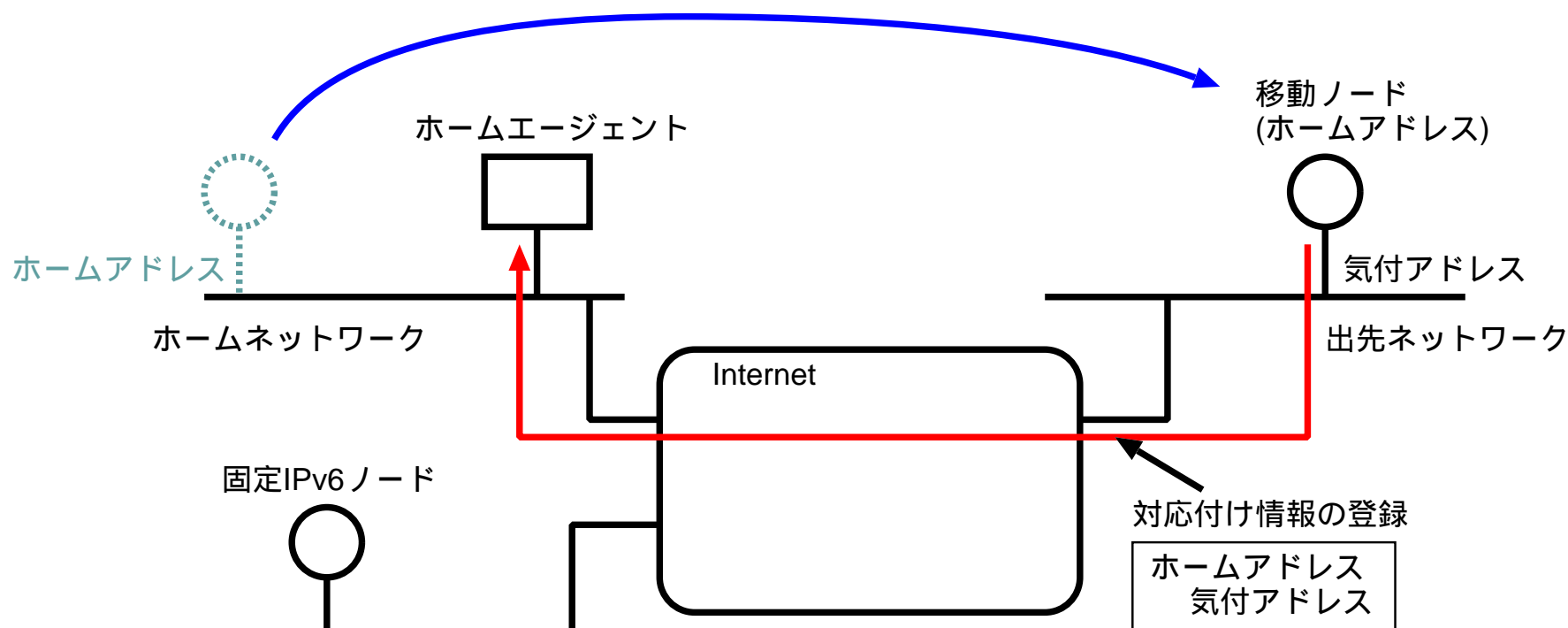
- ▷ 異なるメディア間を移動できる(IPv6自体の特徴)

- ▷ 最適な/利用可能なメディアを使って通信を継続できる

□ 上位層のアプリケーションに透過

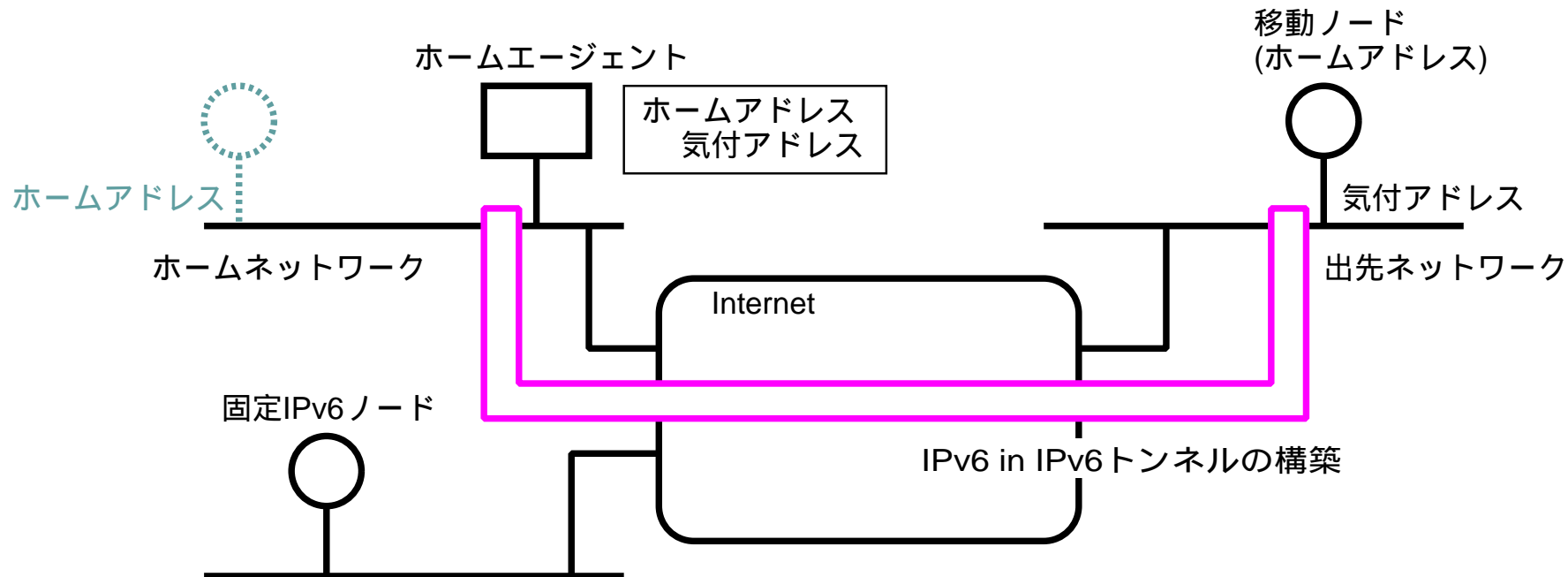
- ▷ 移動した事実を積極的に活用する必要がない場合、アプリケーションは無変更でよい

Mobile IPv6の仕組み



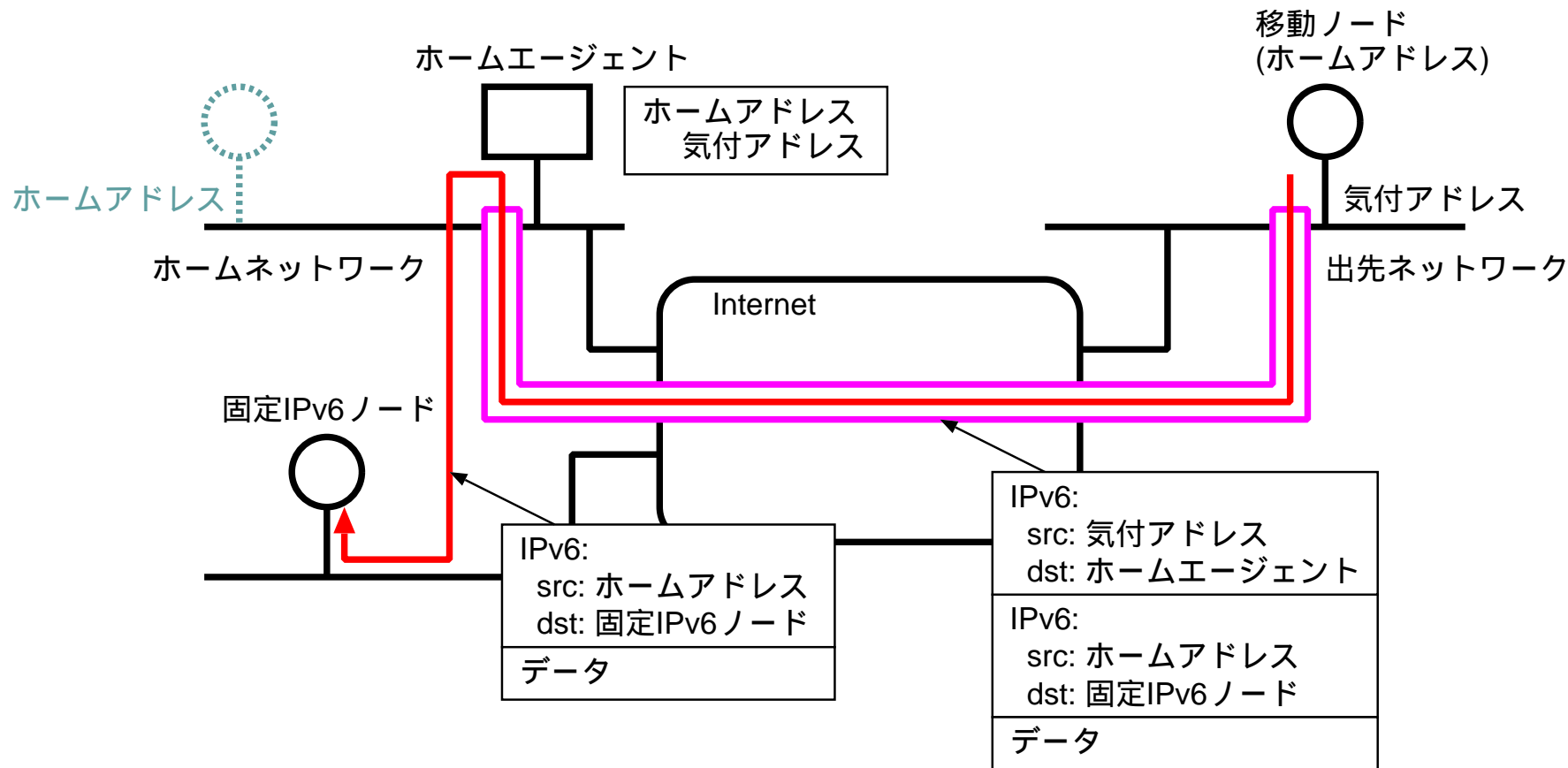
- 移動ノードは移動先で取得した気付アドレスとホームエージェントに登録

Mobile IPv6の仕組み (cont'd)



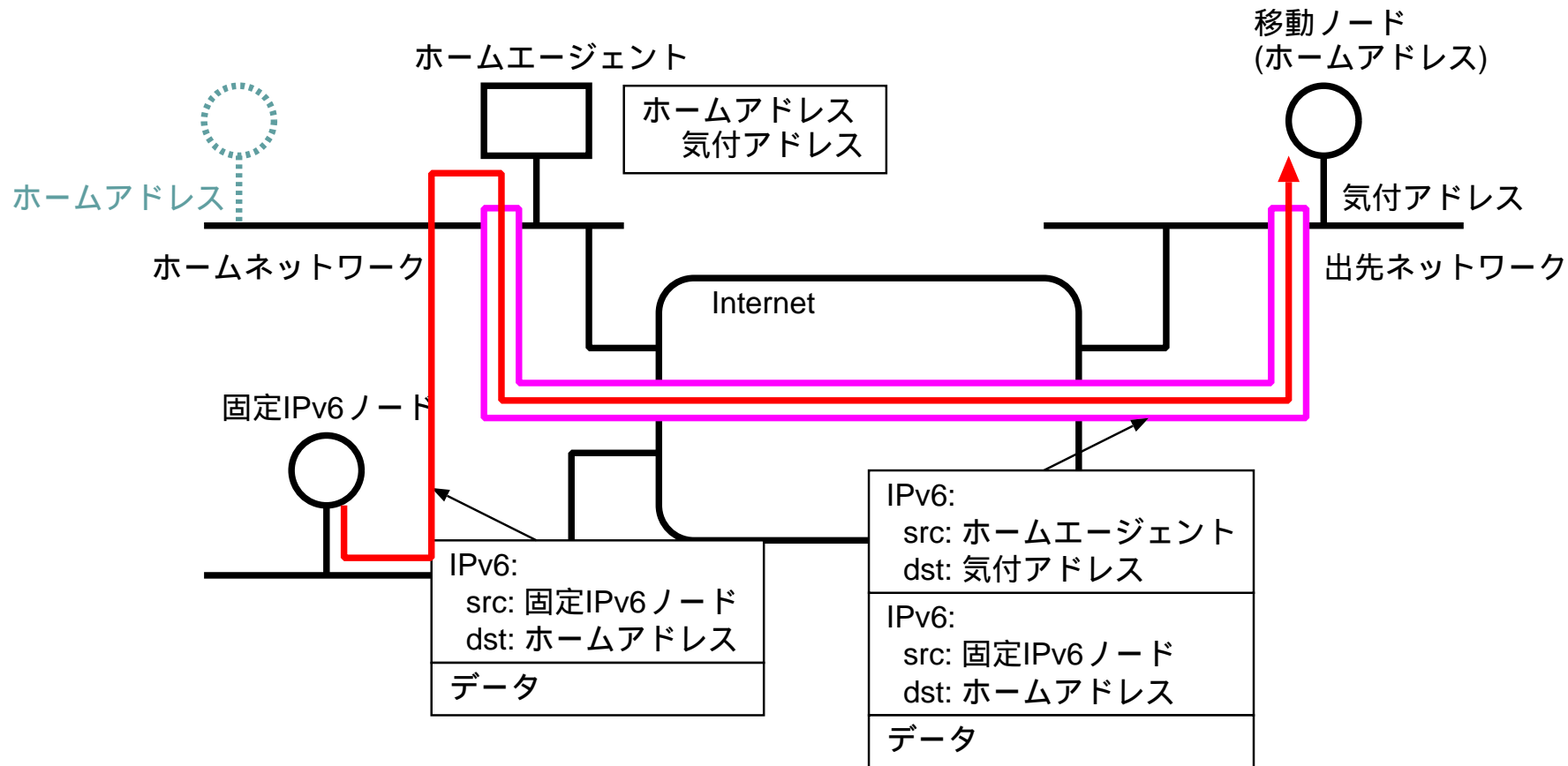
- **移動構築** ノードとホームエージェントの間にIPv6 in IPv6トンネルを

Mobile IPv6の仕組み (cont'd)



- 移動ノードから発信するパケットはIPv6 in IPv6トンネルでホームエージェントへ
- ホームネットワークから転送することで移動を隠蔽

Mobile IPv6の仕組み (cont'd)



- 移動ノード宛てのパケットはホームエージェントが代理受信
- その後、移動ノードに宛ててIPv6 in IPv6で転送

NEMO概要

□ Proposed Standard仕様

- ▷ 2005年1月にRFC化

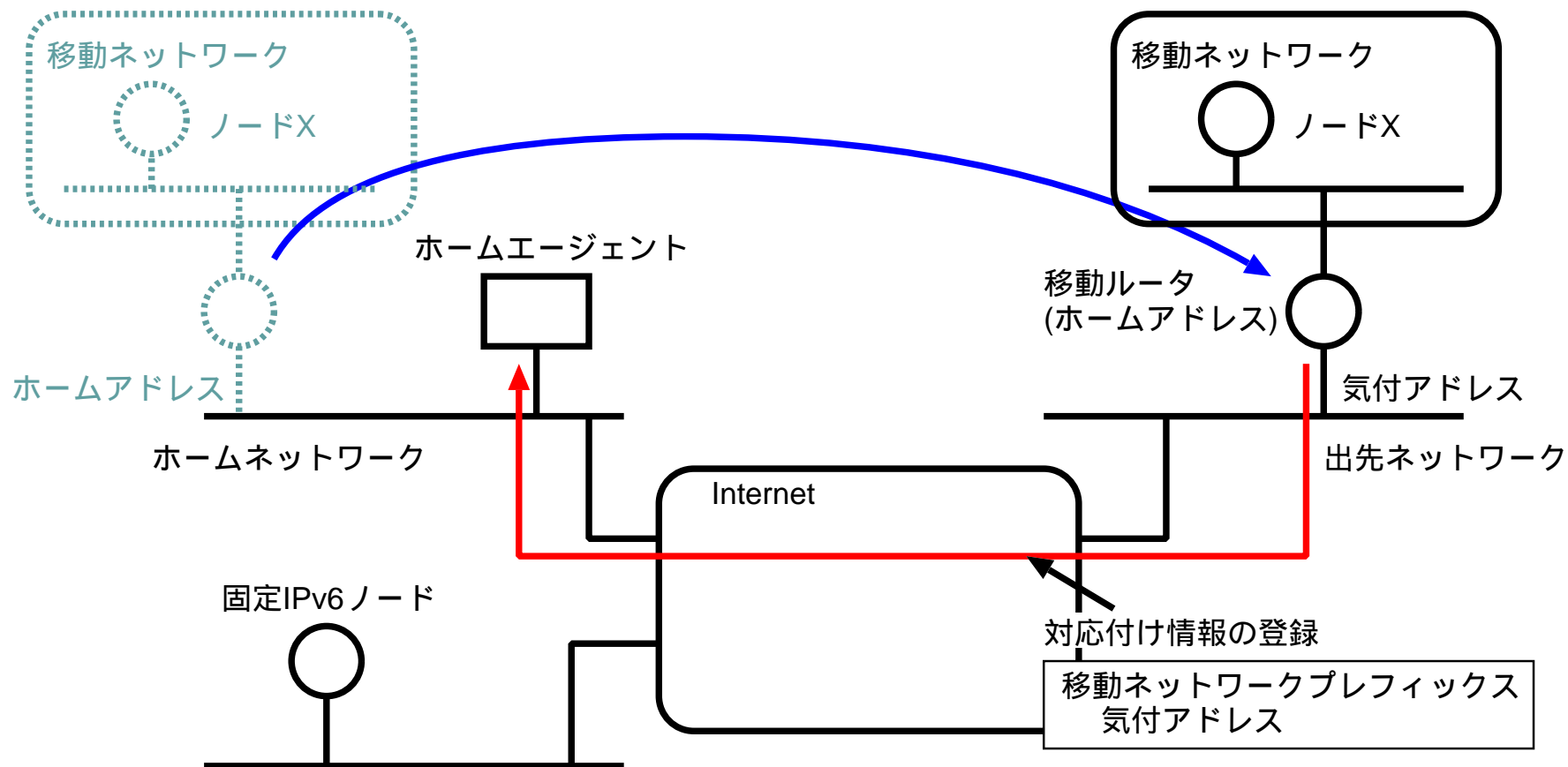
- ▷ RFC3963 "Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol"

□ IPv6ルータに移動通信機能を追加

- ▷ Mobile IPv6と同じ特徴を引き継ぐ

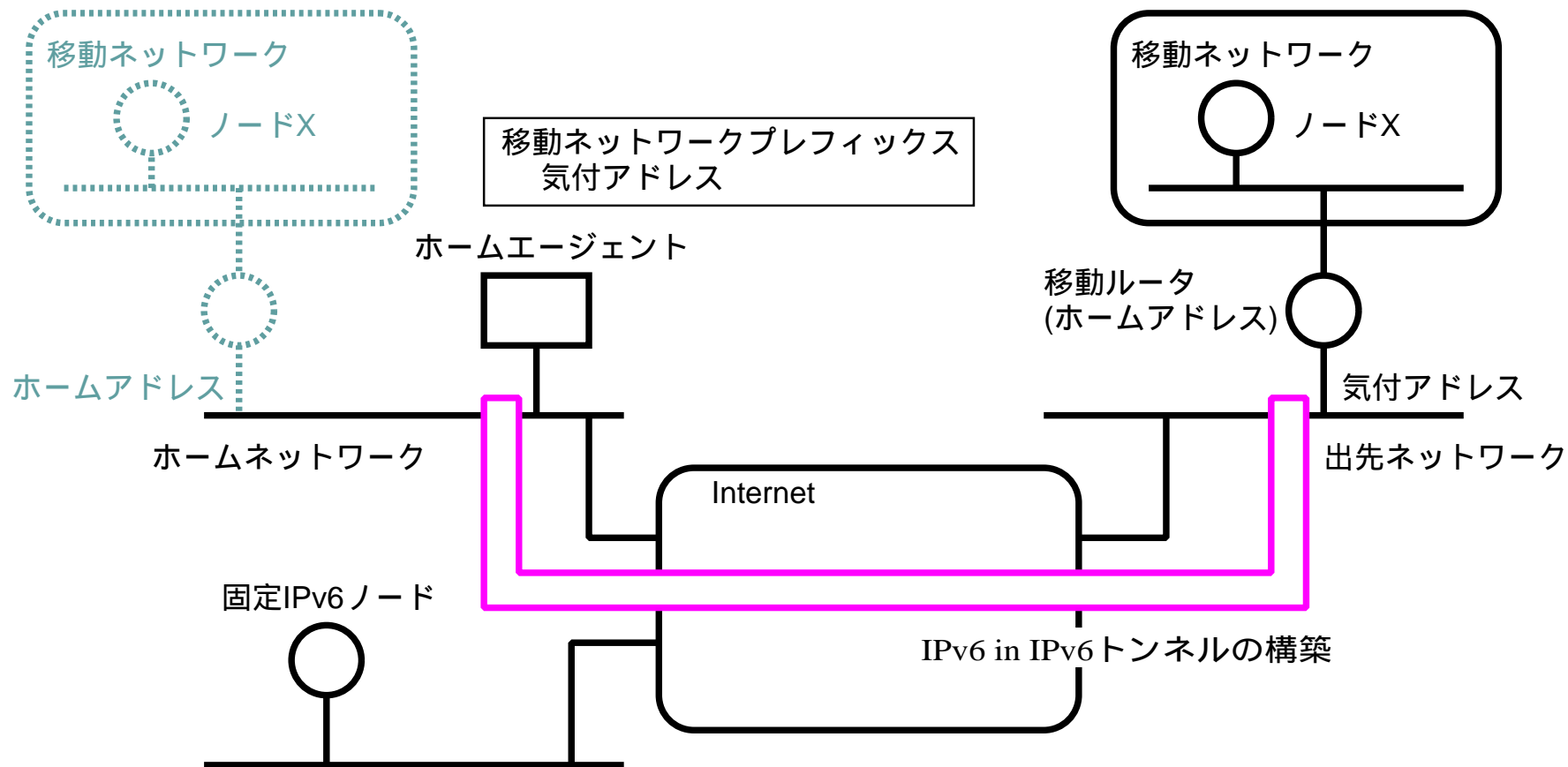
- ▷ 移動ルータに収容したノードに移動透過性を提供

NEMOの仕組み



- **移動ルータは、自分が収容するサブネットワークと共に移動**

NEMOの仕組み (cont'd)



- Mobile IPv6の場合と同様に、移動ルータとホームエージェント間にIPv6 in IPv6トンネルを構築

移動通信技術に関する最近の話題

- IPv4 traversal技術
- NEMOを応用したサイトマルチホーム
- Bootstrap機構

IPv4 traversal技術の必要性

□ IPv6 Mobility普及の障害

- ▷ Mobile IPv6/NEMOはIPv6環境でしか利用できない
 - ▷ 現在のインターネットはIPv4からIPv6へ移行している途中
 - ▷ IPv6が利用できる場所は、まだほとんど存在しない

□ IPv4からIPv6への移行期間にMobile IPv6/NEMOを利用する解決案が必要

□ 関連するInternet-Draft

- ▷ draft-soliman-v4v6-mipv6
- ▷ draft-wakikawa-nemo-v4tunnel
- ▷ draft-larsson-v6ops-mip-scenarios

IPv4 traversal技術の概要

□ 移動ノードとホームエージェント間のトンネル通信を活用

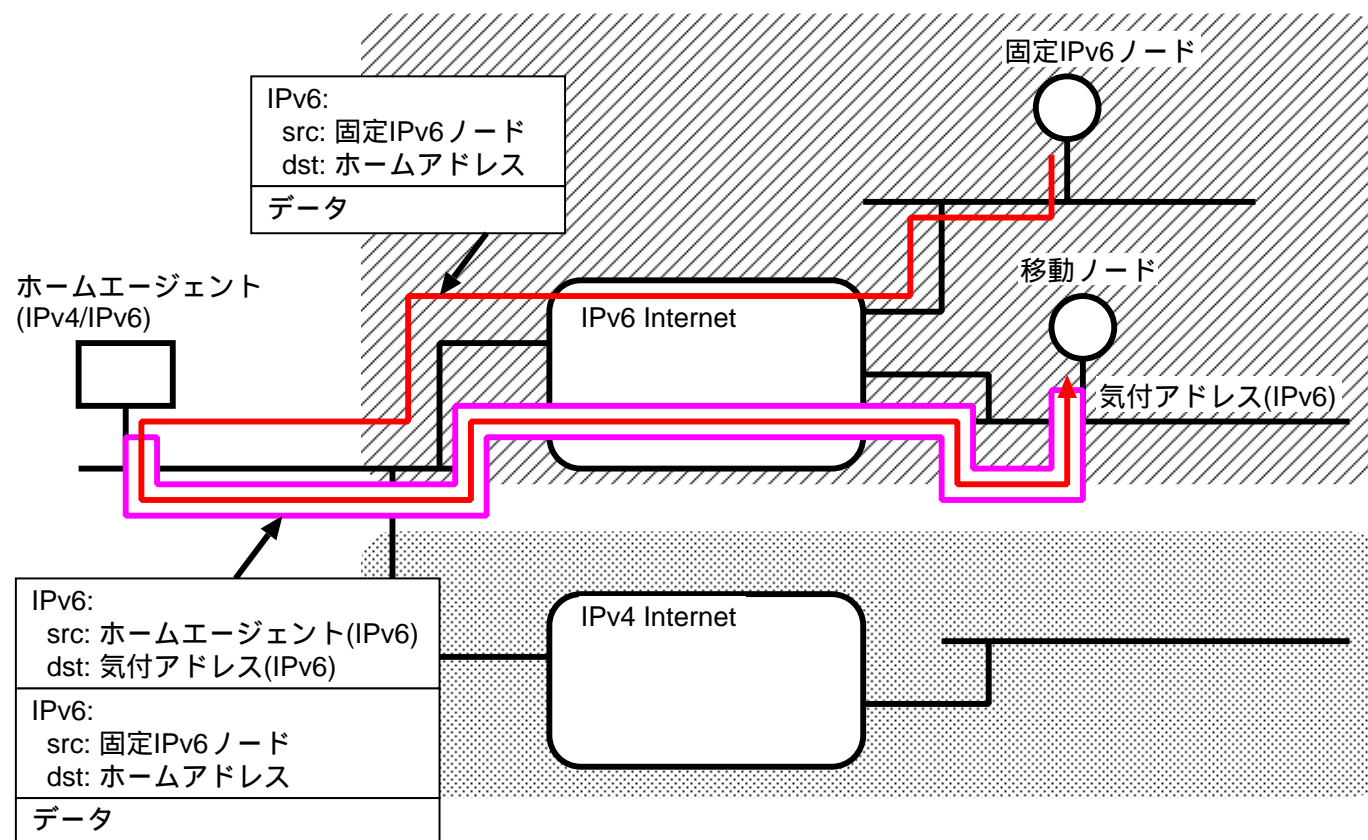
▷ IPv6 in IPv6 トンネル (基本仕様の範囲内)

▷ 移動ノードがIPv6網(あるいは、IPv4/IPv6デュアルスタック網)に接続しているとき

▷ IPv6 in IPv4 トンネル (拡張)

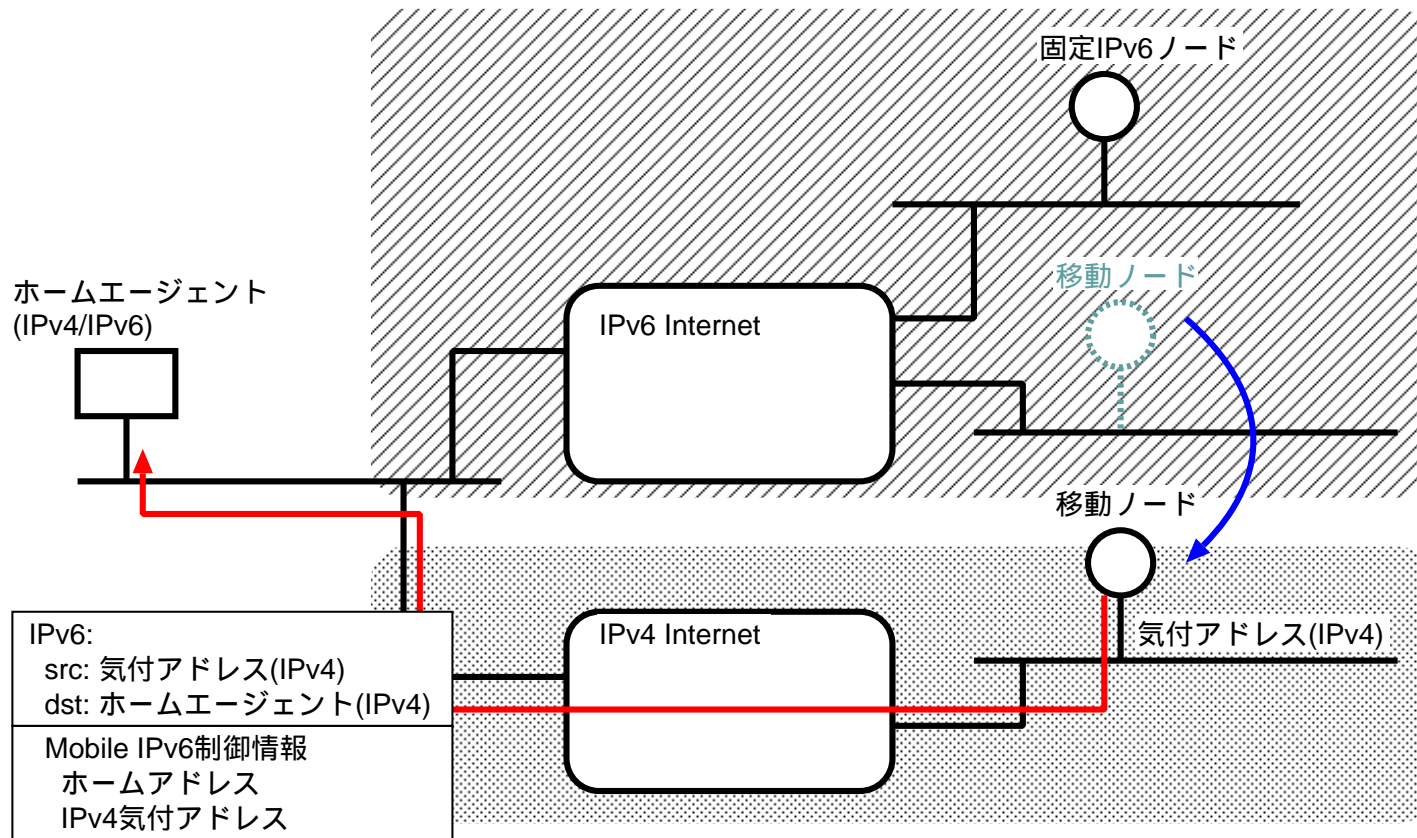
▷ 移動ノードがIPv4網に接続しているとき

IPv6網からIPv4網への移動



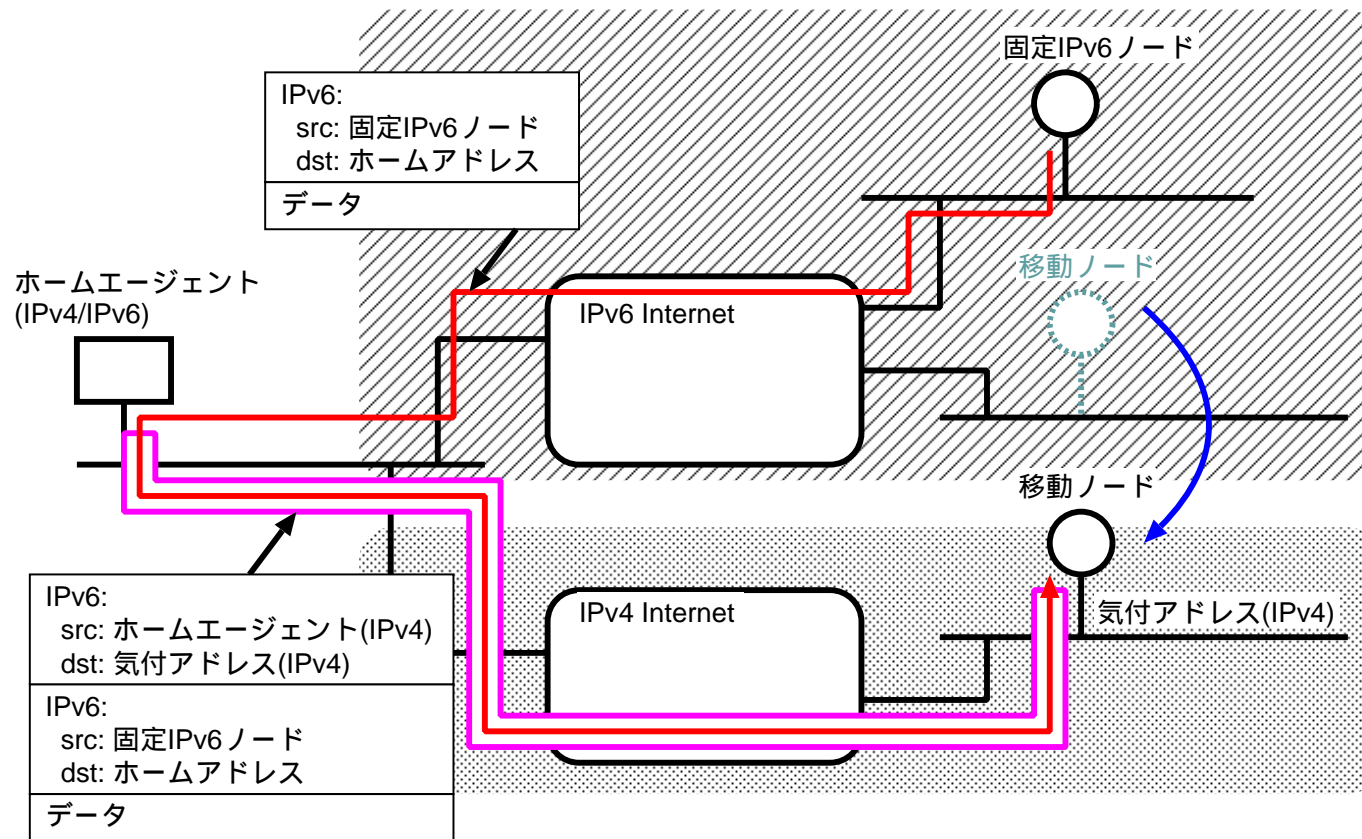
□ IPv6網に接続しているときは基本仕様に従って動作

IPv6網からIPv4網への移動(cont'd)



- IPv4網に移動したら、気付アドレスとしてIPv4アドレスを登録
- ホームエージェントはデュアルスタックを前提とする

IPv6網からIPv4網への移動(cont'd)



- IPv6 in IPv4 トンネルを用いて固定IPv6 ノードと通信を継続する

IPv4 traversalまとめ

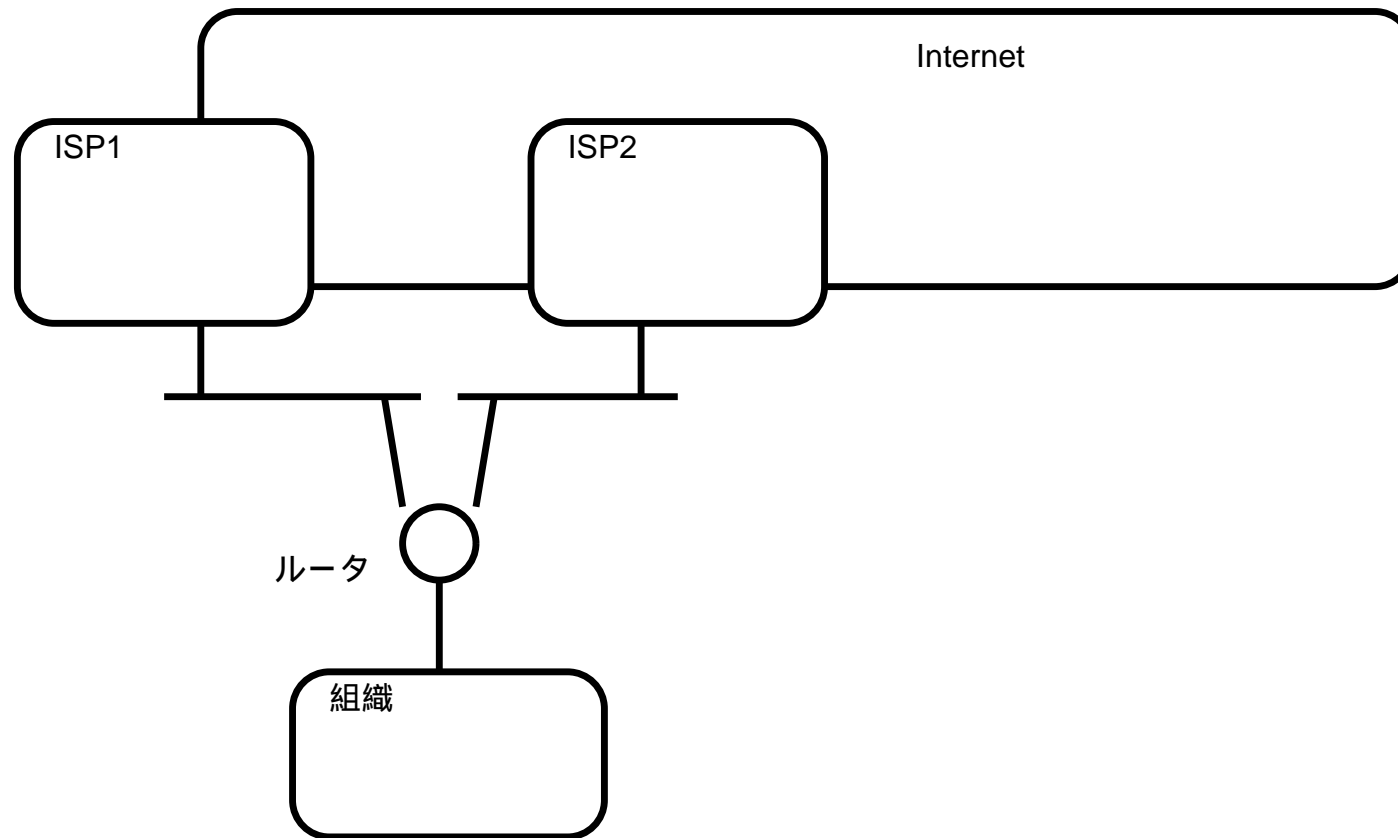
- **現状の(IPv4)インターネットでMobile IPv6/NEMOを活用できる**
- **IPv6が普及するまでの移行技術として非常に重要**

- **解決しなければならない課題**
 - ▷ **NAT環境への対応が必須**
 - ▷ **経路最適化 (不要?)**

NEMOを応用したサイトマルチホーム

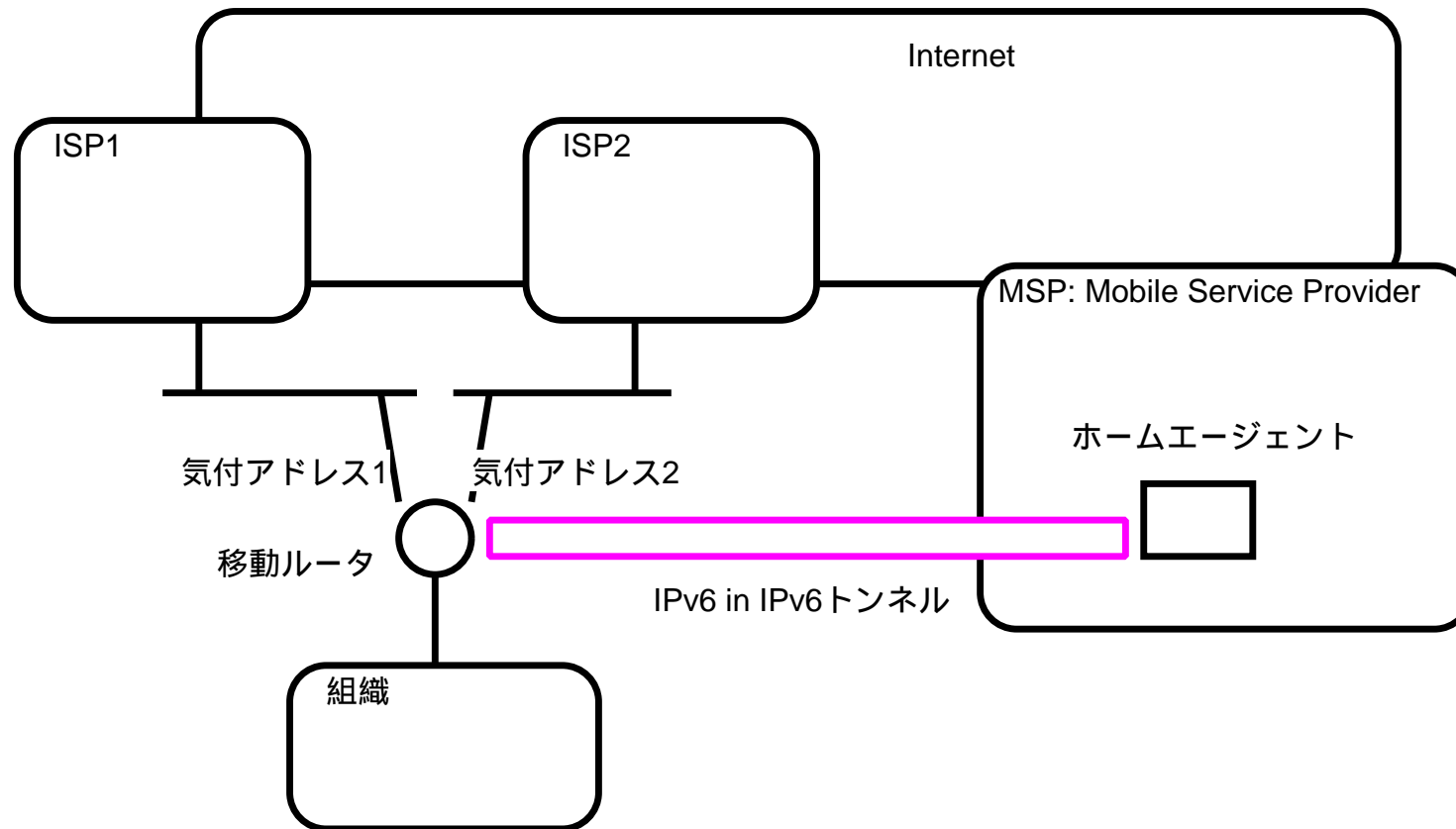
- **組織全体をひとつの移動ネットワークと考える**
- **組織の対外ルータとしてNEMO機能を持つルータを設置**
- **複数のISPと接続し複数の気付アドレスを取得**
 - ▷ 必要に応じて、気付アドレスを切り替え、あるいは同時に利用する
- **組織内のネットワークは固定されたアドレスで運用**
- **関連するInternet-Draft**
 - ▷ draft-nagami-mip6-nemo-multihome-fixed-network
 - ▷ draft-wakikawa-mobileip-multiplecoa

マルチホーム構成の例



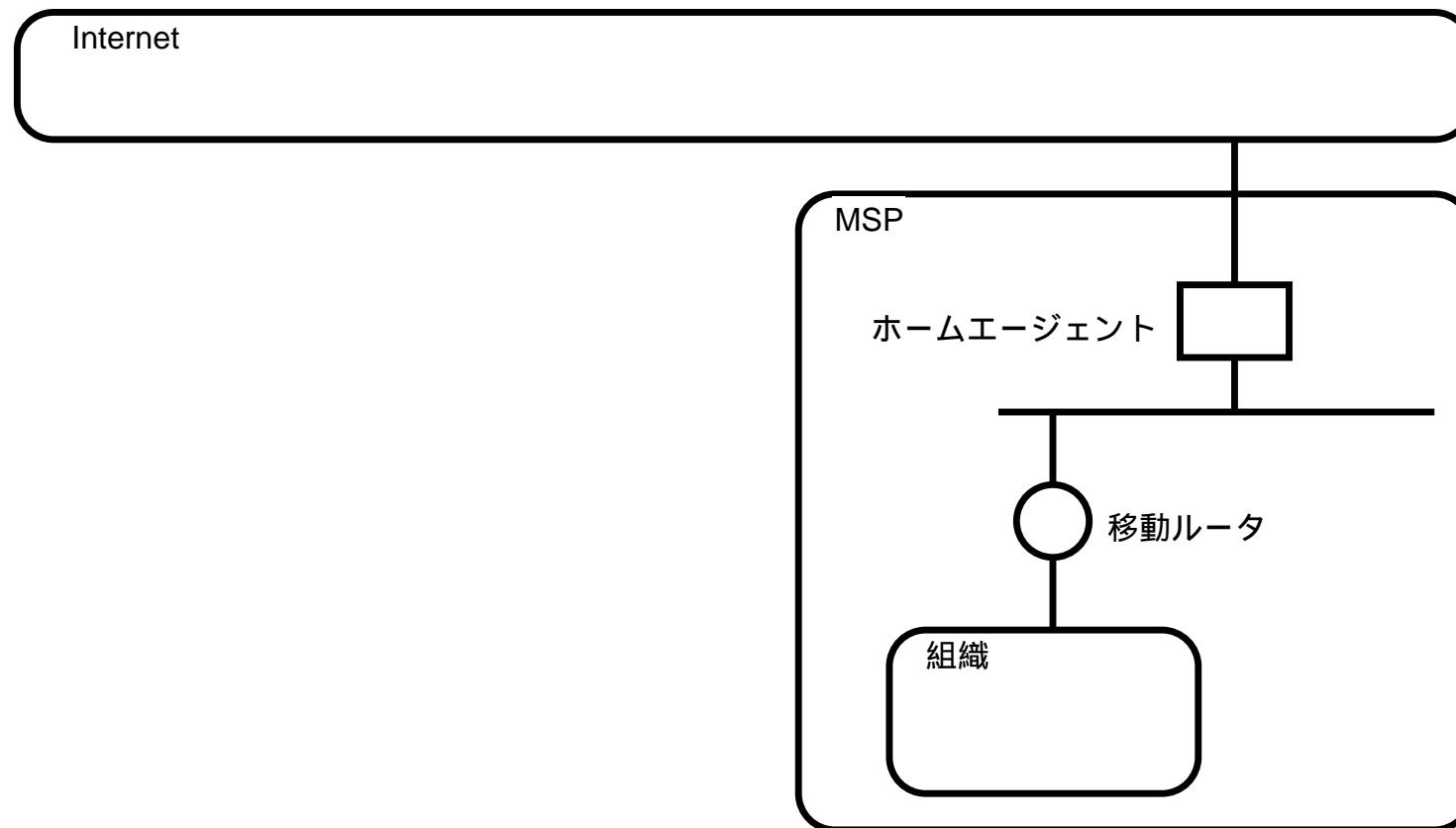
- ある組織が、2つのISP(ISP1とISP2)を用いてマルチホームした例
 - ▷ それぞれのISPからアドレスをもらう
 - ▷ PIアドレスを使う

マルチホーム構成の例 (NEMOを利用した場合)



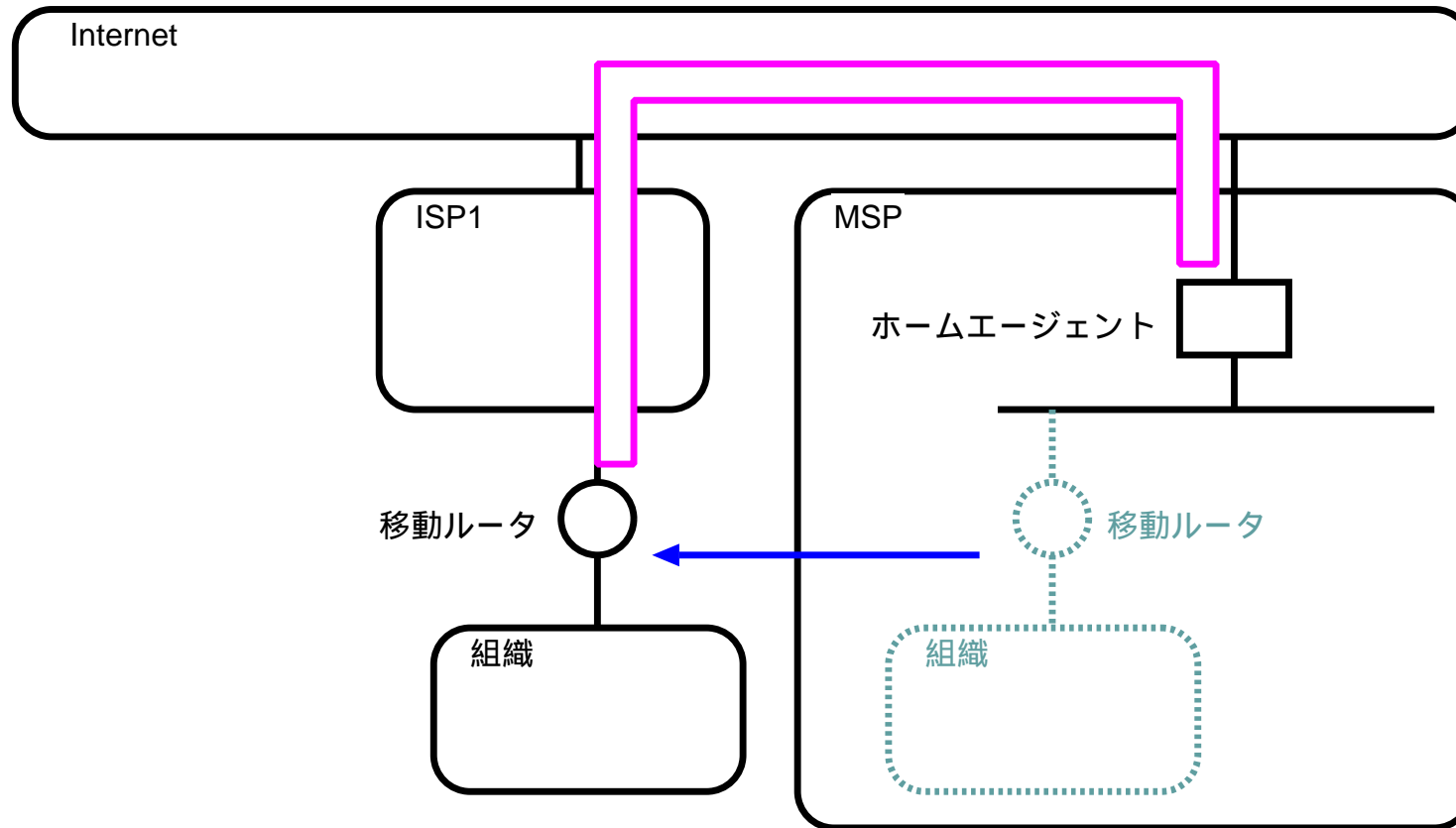
- 組織の境界ルータがNEMOをサポートした移動ルータになる

マルチホーム構成の論理的な接続図



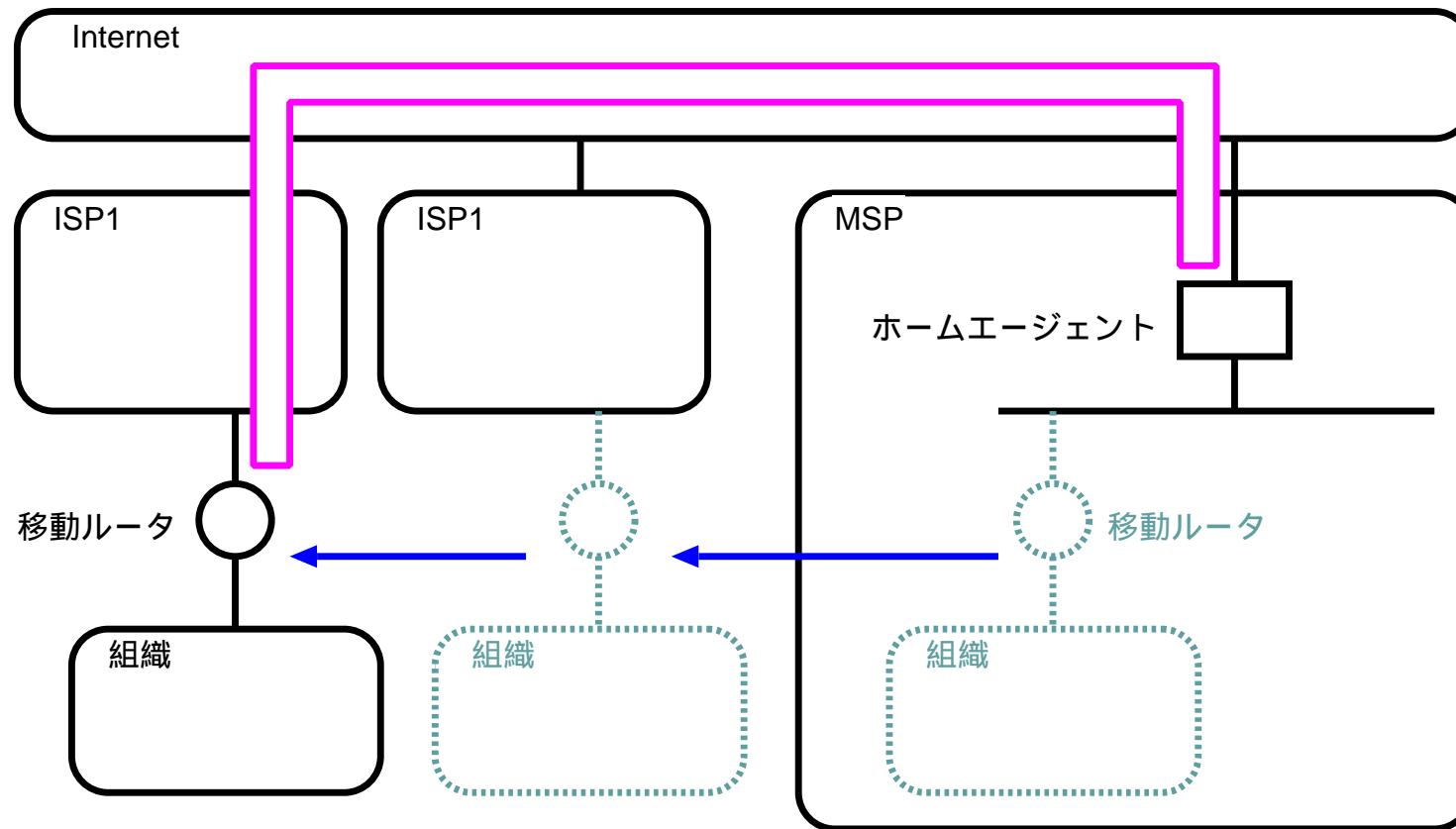
- 組織は移動ネットワークを提供するサービスプロバイダのアドレス空間を利用

マルチホームの仕組み



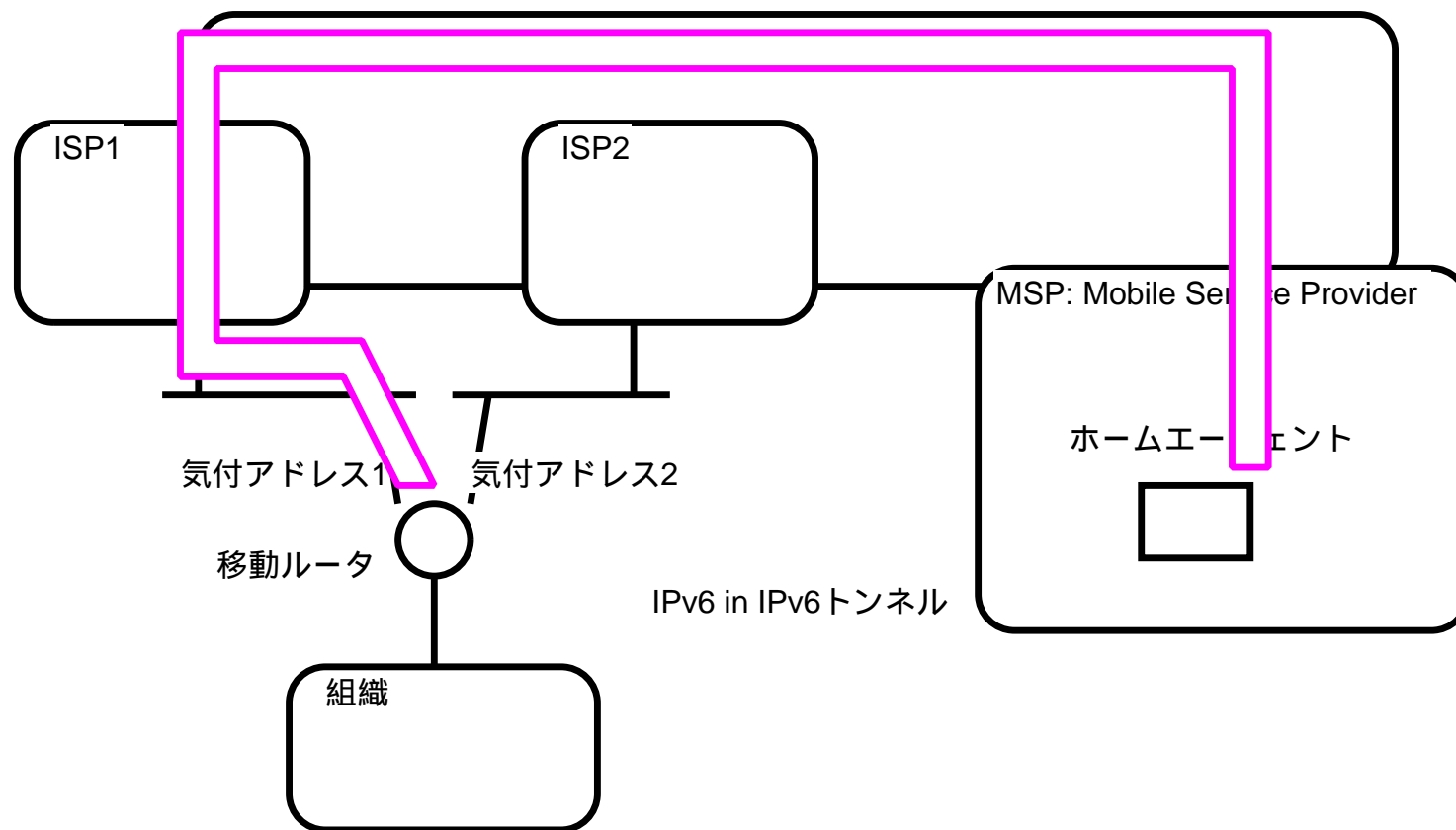
- 移動ルータがISP1のアクセスポイントに移動したと考える

マルチホームの仕組み(cont'd)



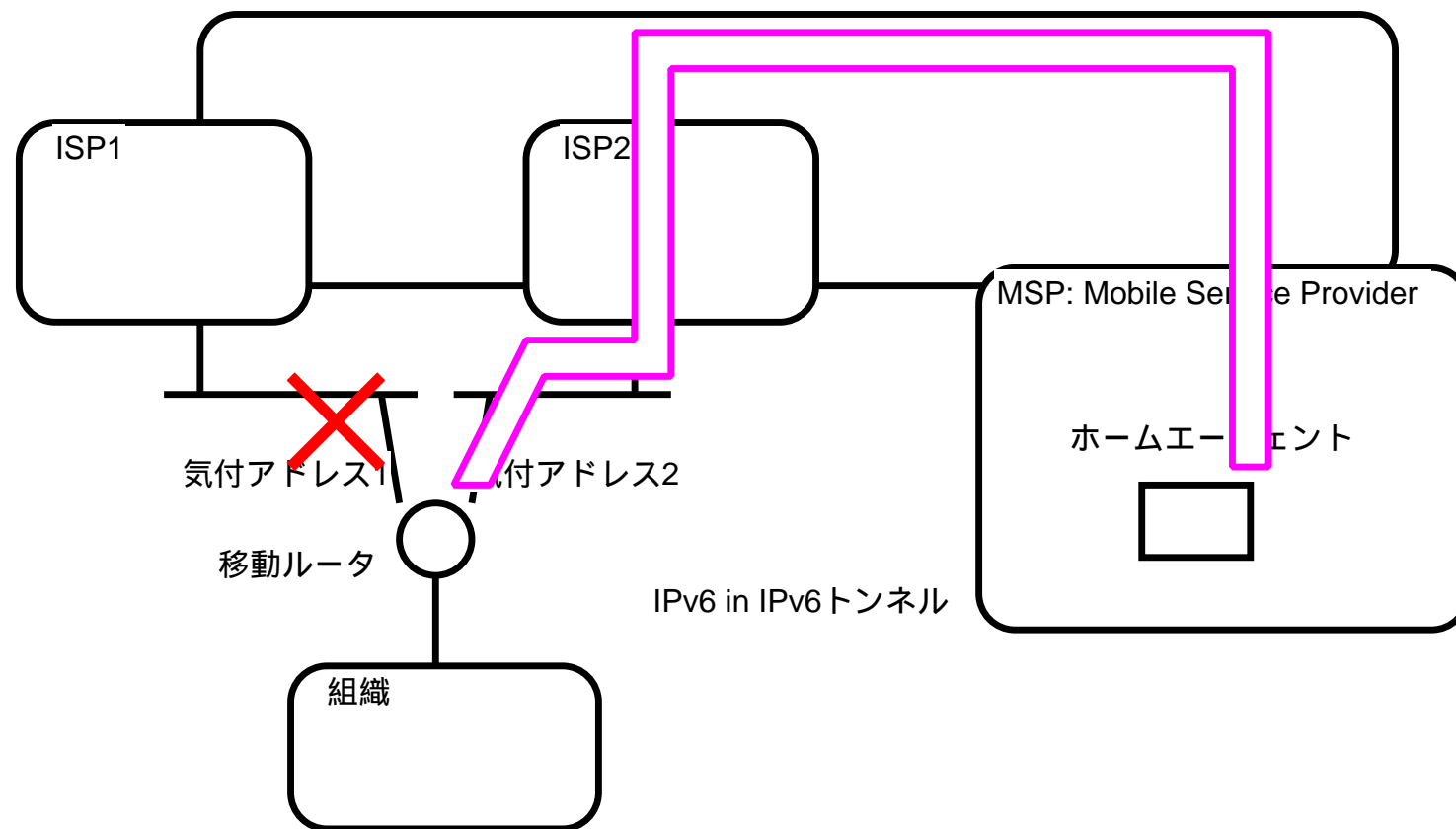
- 続いて移動ルータがISP2のアクセスポイントに移動したと考える

障害時の切り替え



□ISP1の気付アドレスをホームエージェントに登録して運用

障害時の切り替え(cont'd)

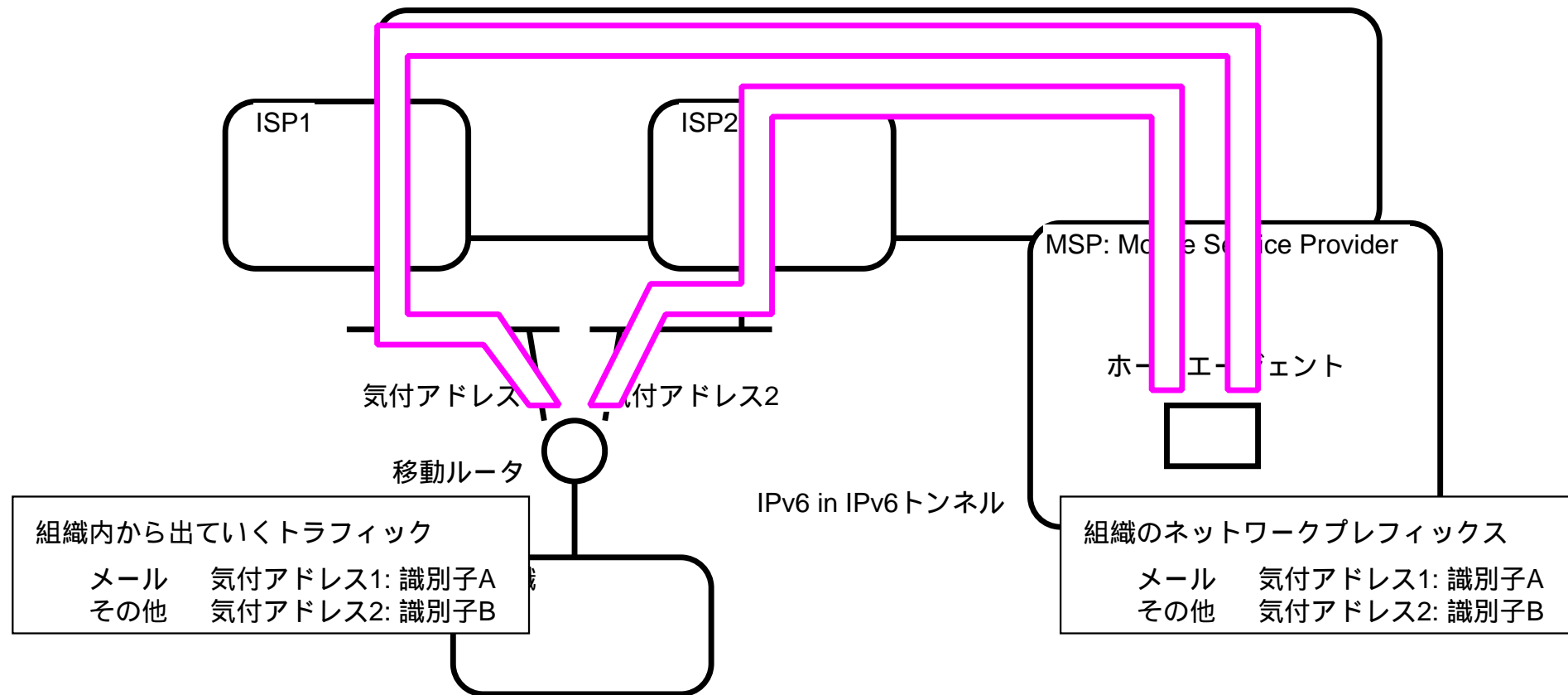


- ISP1の接続が利用できなくなった場合、ISP2の気付アドレスをホームエージェントに登録して運用を継続できる

複数の気付アドレスの利用

- NEMOの基本仕様では、同時にひとつの気付アドレスしか登録できない
 - ▷ 複数のISPを有効に活用できない
- draft-wakikawa-mobileip-multiplecoa
 - ▷ 気付アドレスに加え、移動ルータ内で一意な識別子を同時にホームページェントに登録
 - ▷ 識別子に応じてトラフィックを分散させることにより、同時に複数の気付アドレスを透過的に利用可能

複数の気付アドレスの利用(cont'd)



□ アプリケーション種別による分配の例

□ NEMOを利用するので、組織内で利用するアドレスは不変

ホームエージェントの多重化

- ホームエージェントの障害が組織全体の障害につながる
- ホームエージェント多重化の必要性
 - ▷ 関連するInternet-Draft
 - ▷ draft-haley-mip6-ha-switch
 - ▷ draft-wakikawa-mip6-nemo-haha-spec
- 解決すべき問題
 - ▷ ホームエージェントの単体障害
 - ▷ 同一ネットワーク上での複数ホームエージェントによる多重化
 - ▷ MSPの障害
 - ▷ 物理的に分散されたネットワーク上で、広域にホームエージェントを多重化

NEMOを応用したサイトマルチホームまとめ

- IPv6におけるマルチホーム問題のひとつの解決案
 - ▷ ただし、大規模な組織には向かない
- NEMO基本仕様のみで障害発生時の切り替えに対応
 - ▷ 複数気付アドレスの登録に対応することで、トラフィックの分散も可能
- ホームエージェントに負荷が集中
 - ▷ ホームエージェントの多重化技術の策定と標準化が必要

Bootstrap機構

- Mobile IPv6/NEMOサービスに必要な情報
 - ▷ ホームアドレス
 - ▷ ホームエージェントアドレス
 - ▷ ホームプレフィックス
 - ▷ 移動ノードとホームエージェントの共有鍵

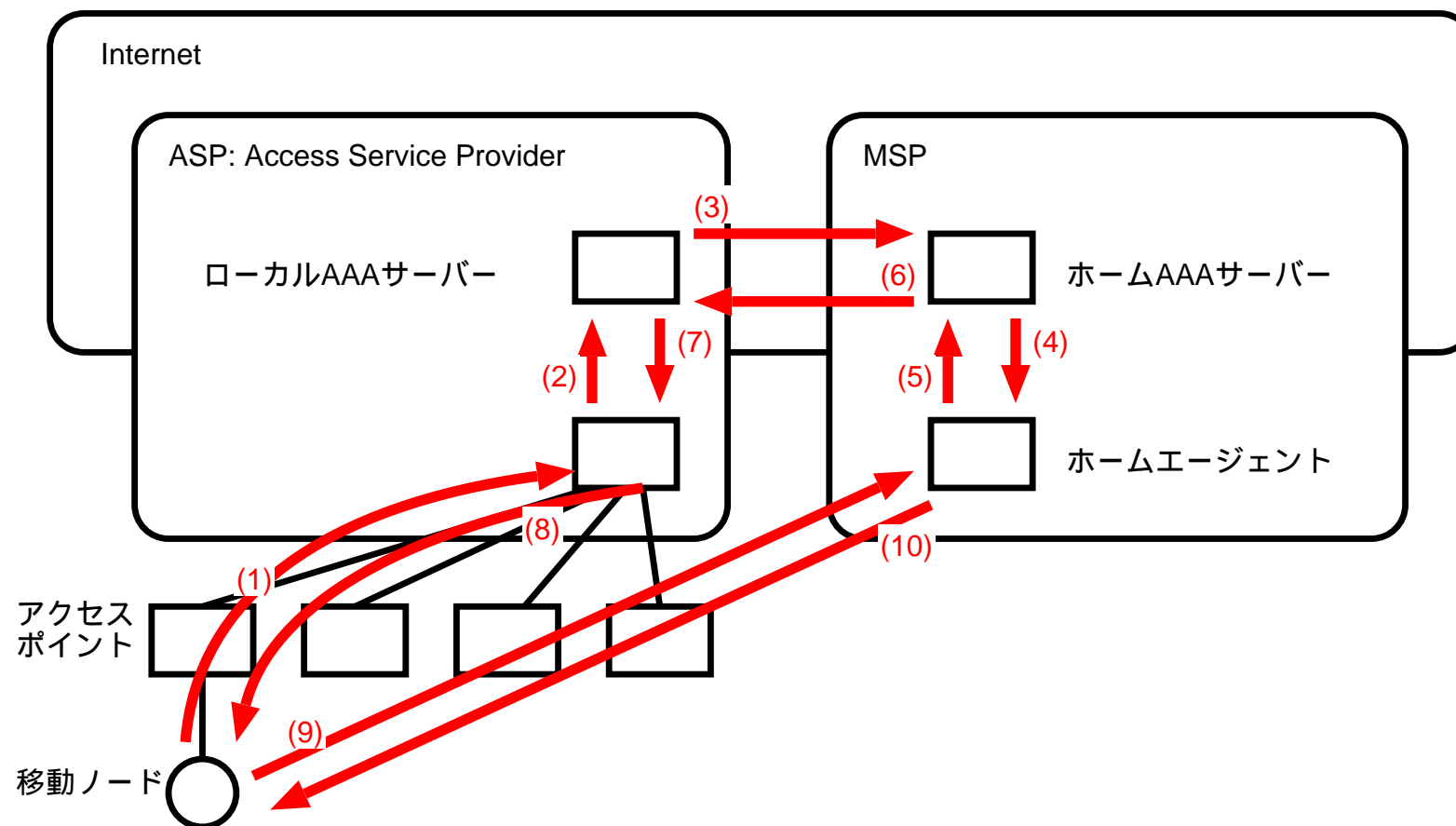
- 関連するInternet-Draft
 - ▷ draft-chowdhury-mip6-bootstrap-radius
 - ▷ draft-jee-mip6-bootstrap-pana
 - ▷ draft-kempf-mip6-bootstrap

Bootstrap機構

□ Bootstrapの手順

- ▷ 何らかの方法で、ホームアドレス、ホームエージェントアドレス、ホームブレイクスの情報を手にいれる
- ▷ 移動ノードとホームエージェント間で鍵を共有する
 - ▷ 静的な鍵もしくは鍵交換プロトコル

Bootstrap機構(AAAを用いた方法)



□ (1)~(8) **ホームアドレス、ホームエージェントアドレス、鍵情報の配布**

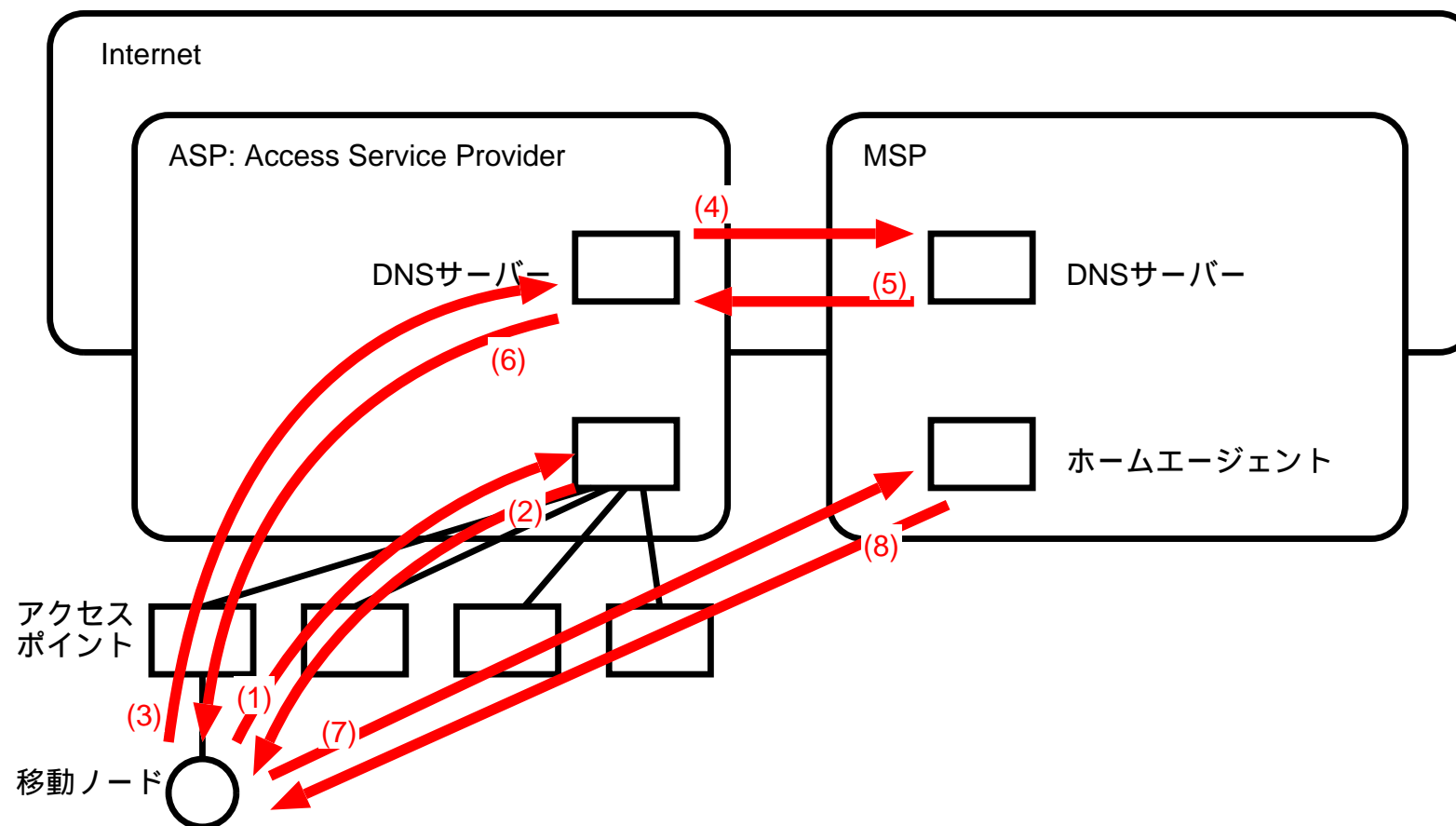
□ (9)~(10) **動的鍵交換による共有鍵の生成**

Bootstrap機構

□ PANAを用いた場合のメッセージ内容

- ▷ (1) PANA-Auth-Request/PANA-Auth-Answer
 - ▷ ノード識別子、Bootstrap種別の指定
- ▷ (2),(3) AAA-MIPv6-Bootstrap-Request
 - ▷ 認証要求の転送
- ▷ (4) HA-MIPv6-Bootstrap-Request
 - ▷ Bootstrap情報要求
- ▷ (5) HA-MIPv6-Bootstrap-Answer
 - ▷ Bootstrap情報提供(ホームエージェントアドレス、ホームアドレス)
- ▷ (6),(7) AAA-MIPv6-Bootstrap-Answer
 - ▷ 認証結果とBootstrap情報の転送
- ▷ (8) PANA-Bind-Request/PANA-Bind-Answer
 - ▷ 認証とBootstrapの完了
- ▷ (9),(10) IKE
 - ▷ Mobile IPv6用SAの生成

Bootstrap機構(DNSを用いた方法)



- (1)~(2) アクセスネットワークへの接続
- (3)~(6) ホームエージェントアドレスの取得
- (7)~(8) 動的鍵交換による共有鍵の生成

Bootstrap機構

- (1),(2) 何らかの方法によるASPへのアクセス権の獲得
- (3)~(6) DNS query/DNS response
 - ▷DNSを用いたホームエージェントアドレスの取得
 - ▷DNSSECなどを用いた情報の保護が必要
- (7),(8) IKE
 - ▷Mobile IPv6用SAの生成

移動通信技術の今後

□ 基本技術の実装

- ▷ Mobile IPv6およびNEMOはすでにRFC
- ▷ 実装を進め、幅広い選択肢の提供が必要

□ 移行技術

- ▷ IPv4環境でもMobile IPv6/NEMOを提供することで、移動通信技術を早期普及
- ▷ IPv6の普及率を考慮することなく、移動技術の導入が可能に
- ▷ IPv6環境に移行した後も継続して利用可能

□ サービス

- ▷ 移動通信技術を用いたマルチホームの提案
- ▷ 基本仕様の完成を受け、サービスプロバイダに必要な認証メカニズムの仕様策定が進行中