

# Is Mobility technology ready?

---

Networld+Interop 2004  
2004年7月1日 幕張メッセ

島慶一 <keiichi@iij.ad.jp>  
IIJ技術研究所

# 今日の話題

---

## □ Mobile IPv6 (MIPv6)

- ▷ 動作の仕組み

## □ Network Mobility (NEMO)

- ▷ 動作の仕組み

## □ IPv6 Mobility技術の普及に向けて

- ▷ 標準化

- ▷ 実装

- ▷ サービス面

- ▷ その先の課題

## □ まとめ

# Mobile IPv6 (MIPv6)

---

# Mobile IPv6とは

---

## □IPv6に移動通信機能を追加

- ▷単体で移動する比較的高機能な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

- ▷移動したこと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

## □IETF MIP6 WGで仕様策定完了 (2004.6)

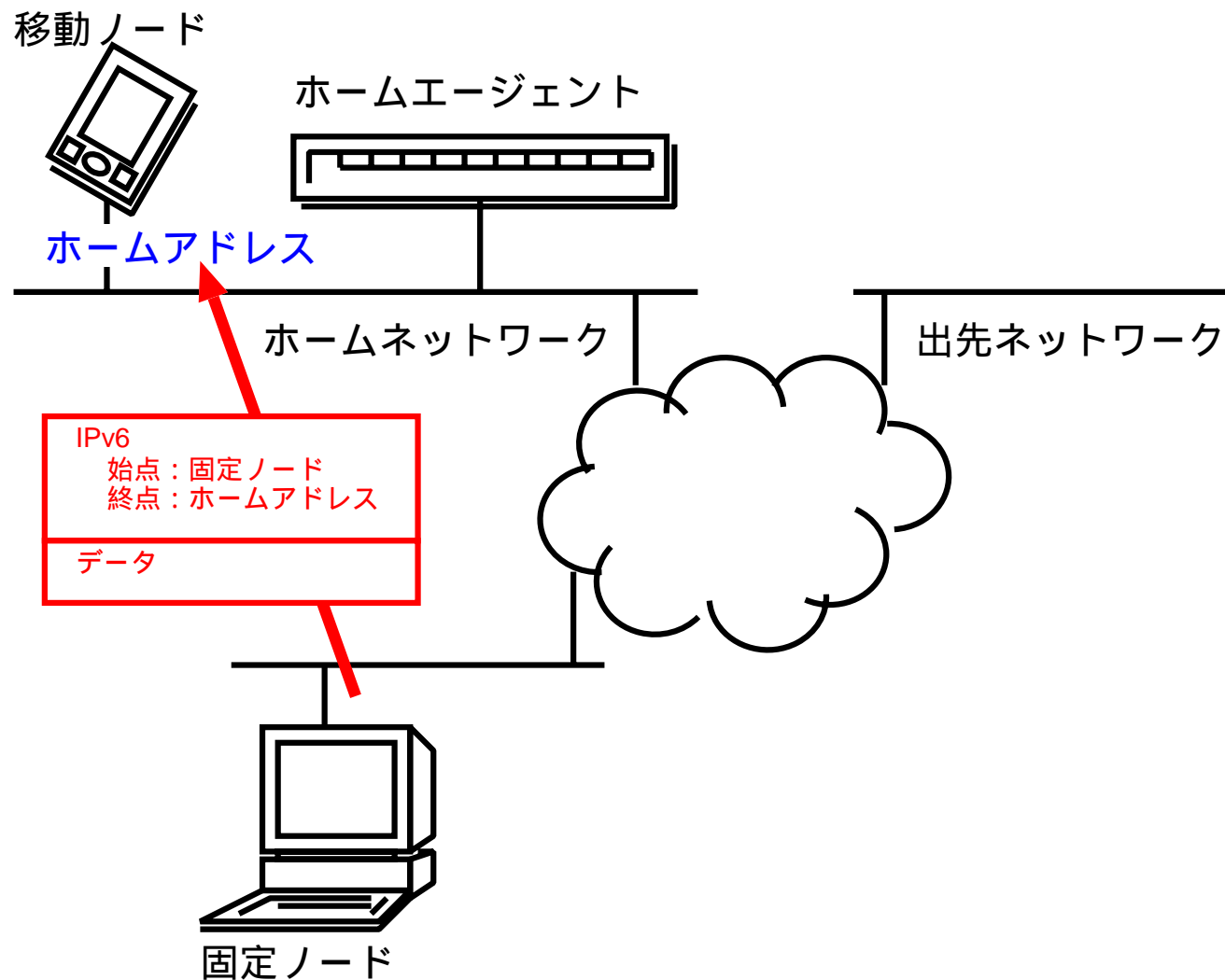
- ▷RFC3775 "Mobility Support in IPv6"

# Mobile IPv6の動作概念

---

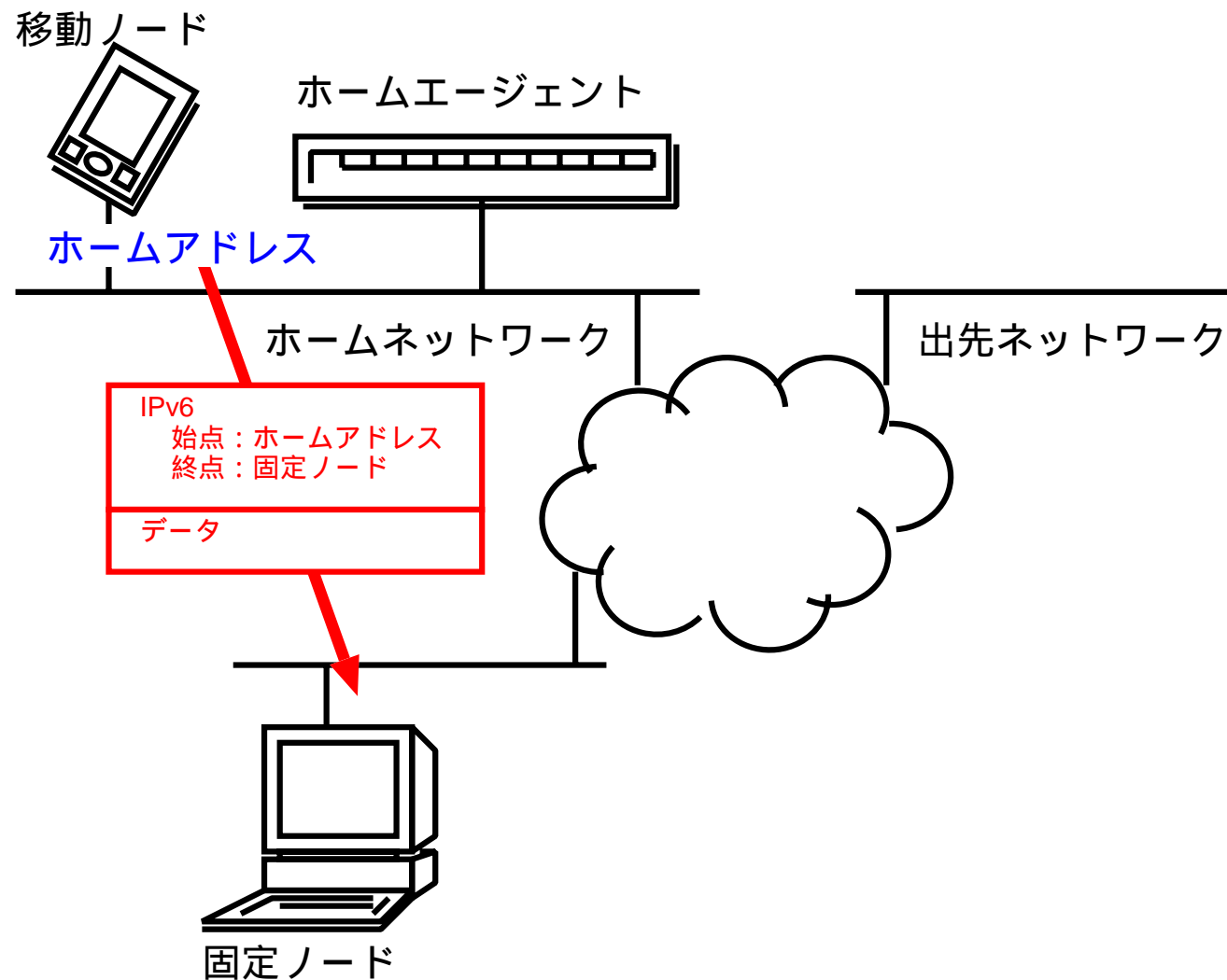
- 移動ノードが所属するネットワークを固定
  - ▷ ホームネットワーク
- 通信相手には、常にホームネットワークに接続しているように見せる
  - ▷ ホームネットワークに送られたパケットは、適切に転送
- 迂回通信をなくすための経路最適化技術

# Mobile IPv6の動作 (ホームネットワーク)



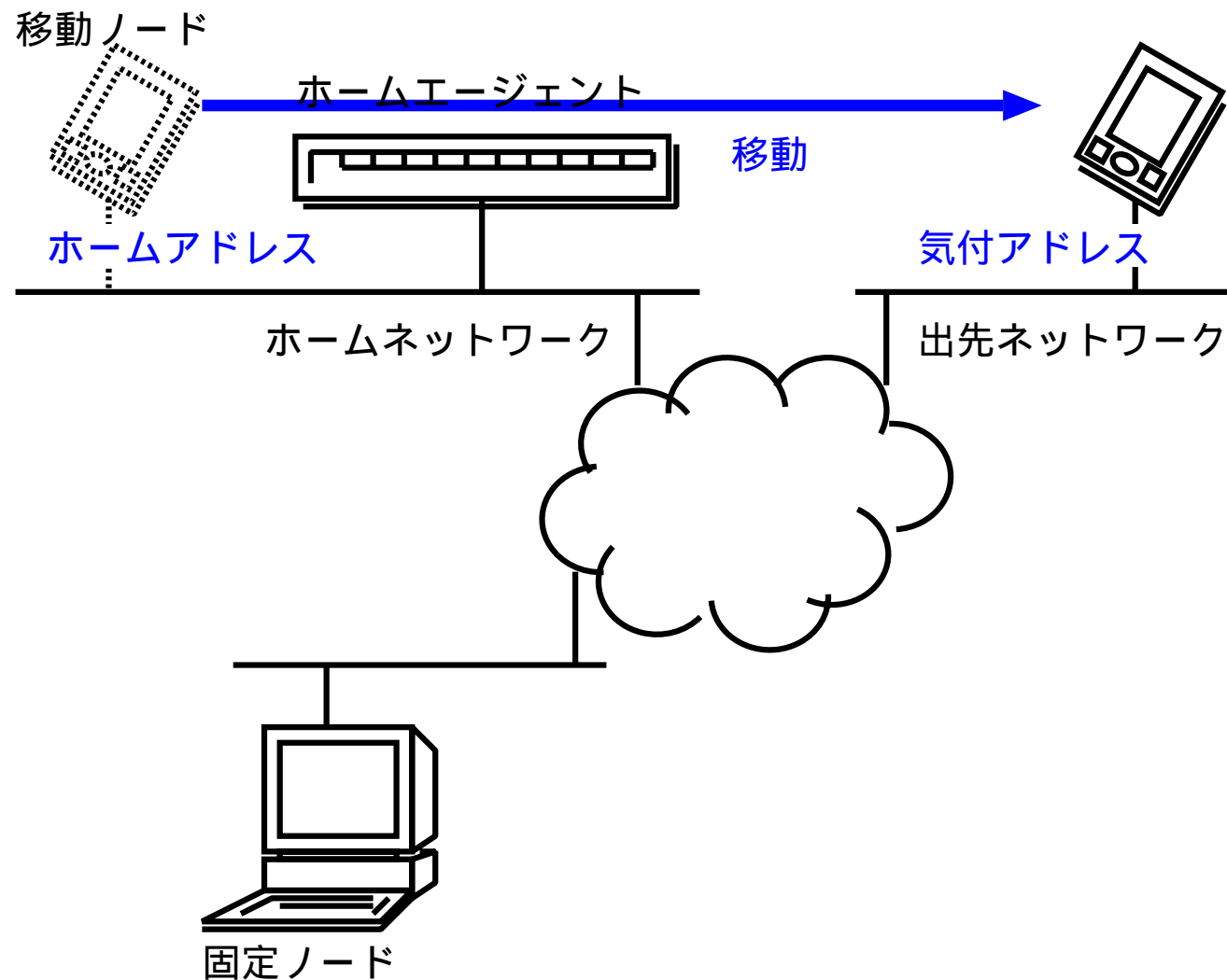
- 移動ノードは特定の固定ネットワーク(ホームネットワーク)に所属

# Mobile IPv6の動作 (ホームネットワーク)



- 移動ノードがホームネットワークにいるときは、通常のIPv6ノードの通信と変わらない

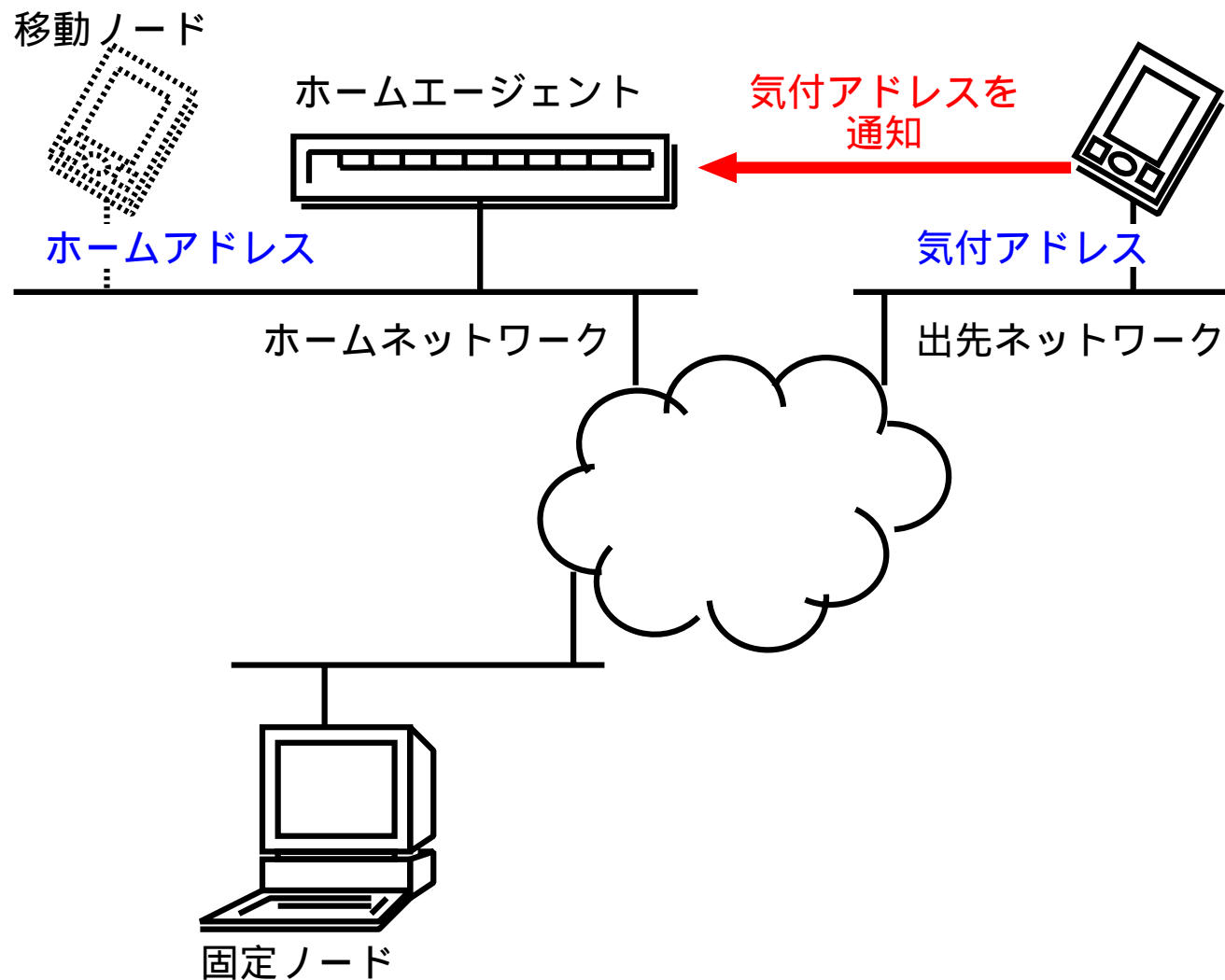
# Mobile IPv6の動作 (移動処理)



- 移動ノードが出先ネットワークへ移動

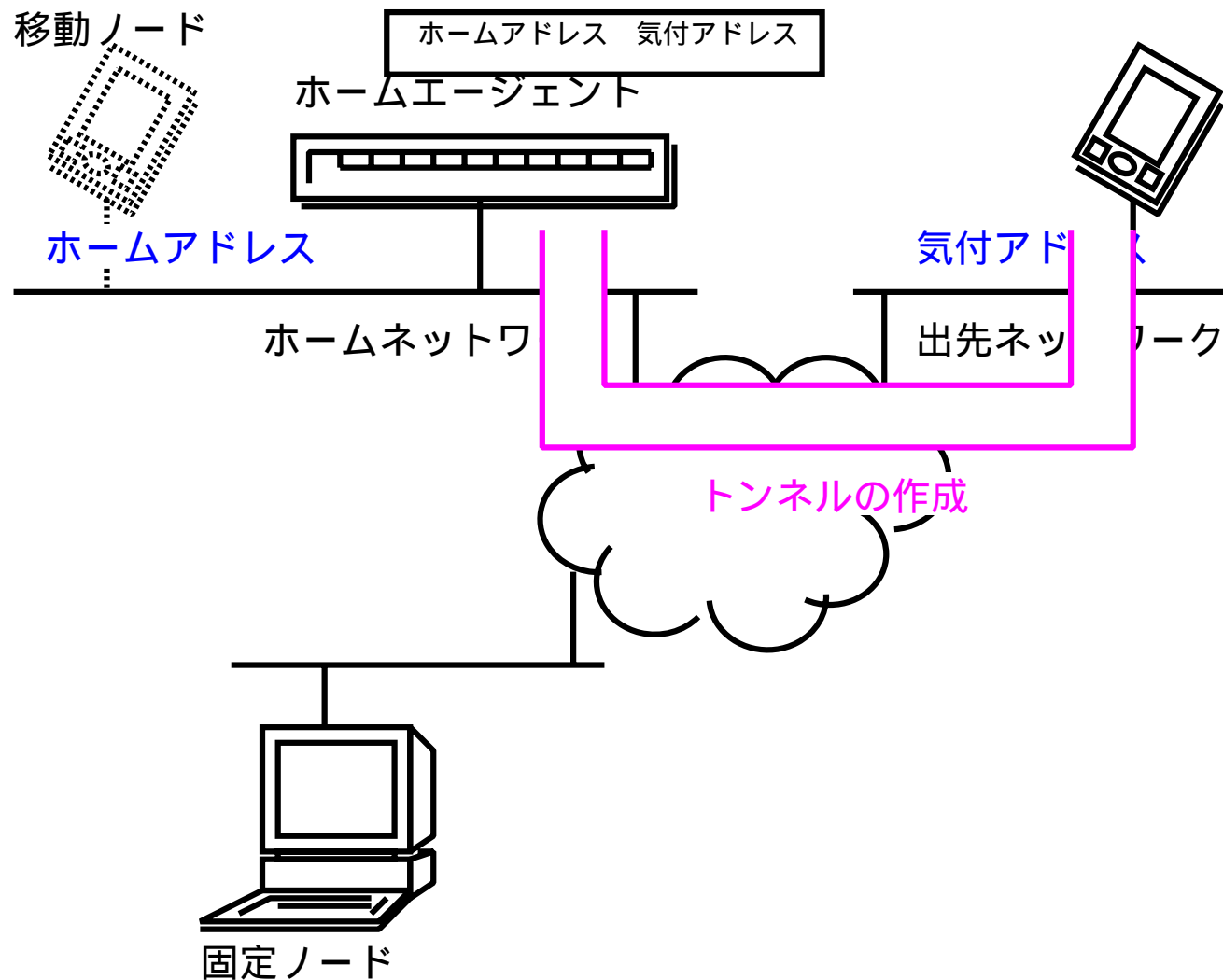


# Mobile IPv6の動作 (移動処理)



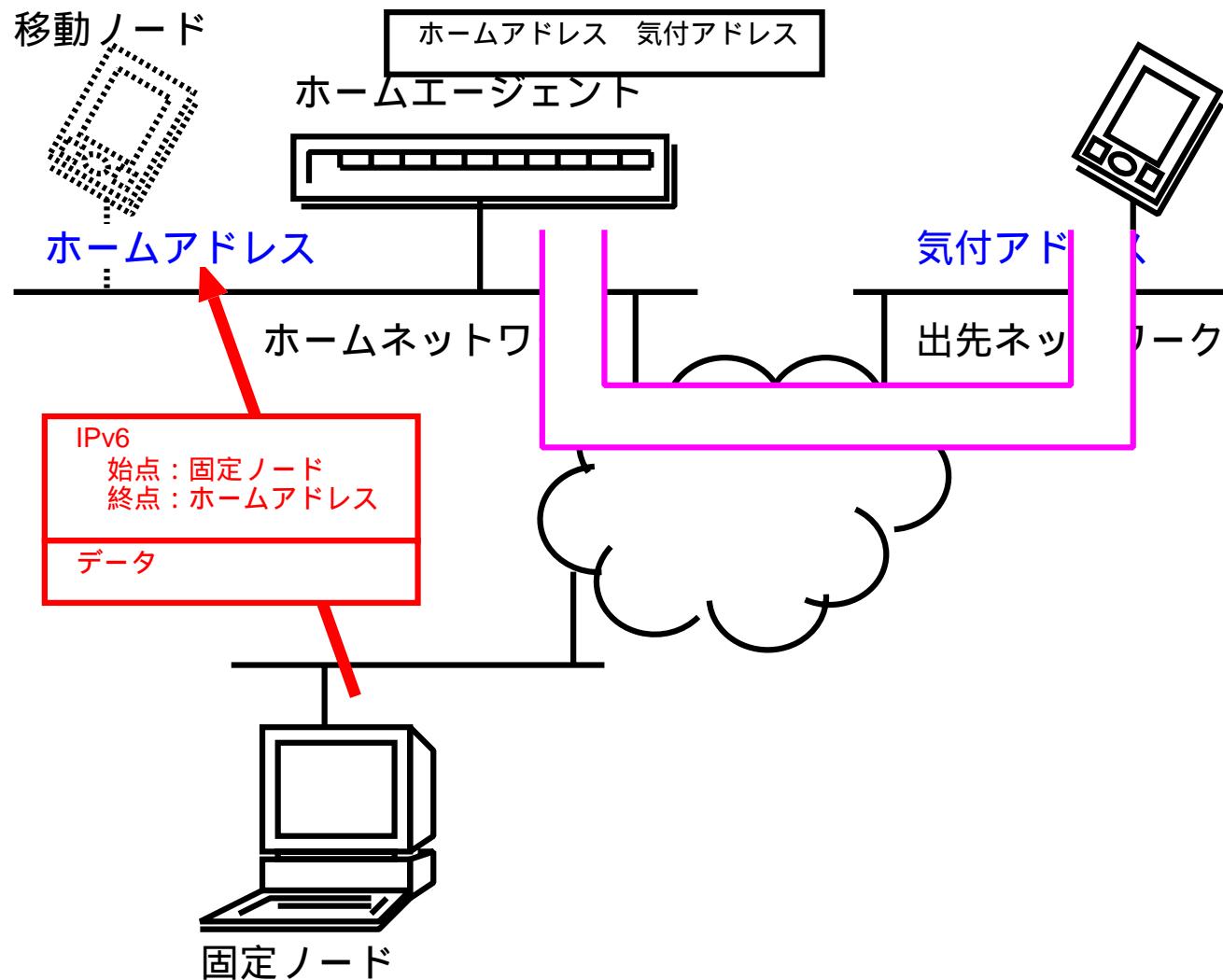
- 出先ネットワークで割り当てられたアドレスをホームエージェントに通知

# Mobile IPv6の動作 (移動処理)



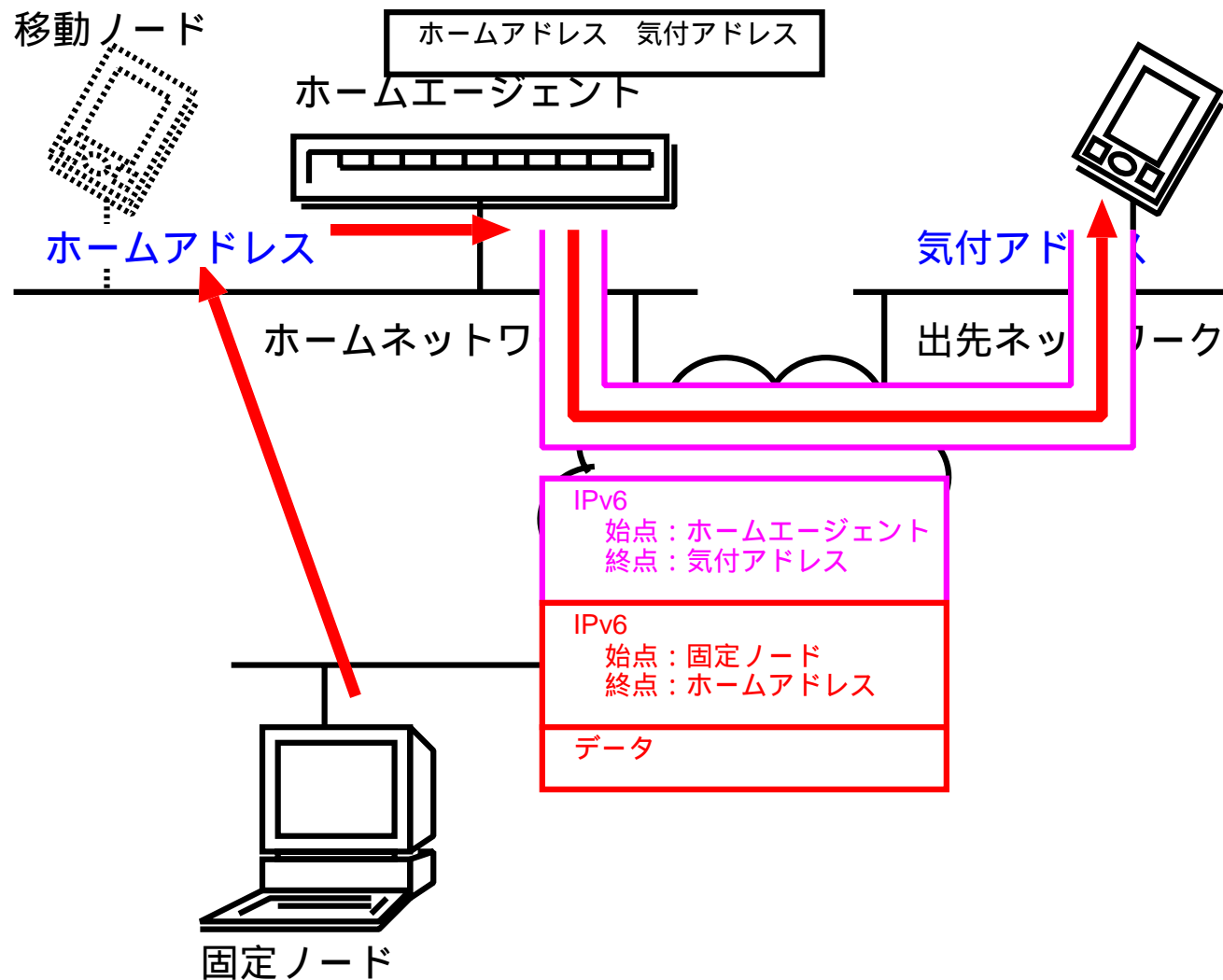
- 移動ノードとホームエージェントの間にIPv6 in IPv6トンネルを作成

# Mobile IPv6の動作 (出先での受信)



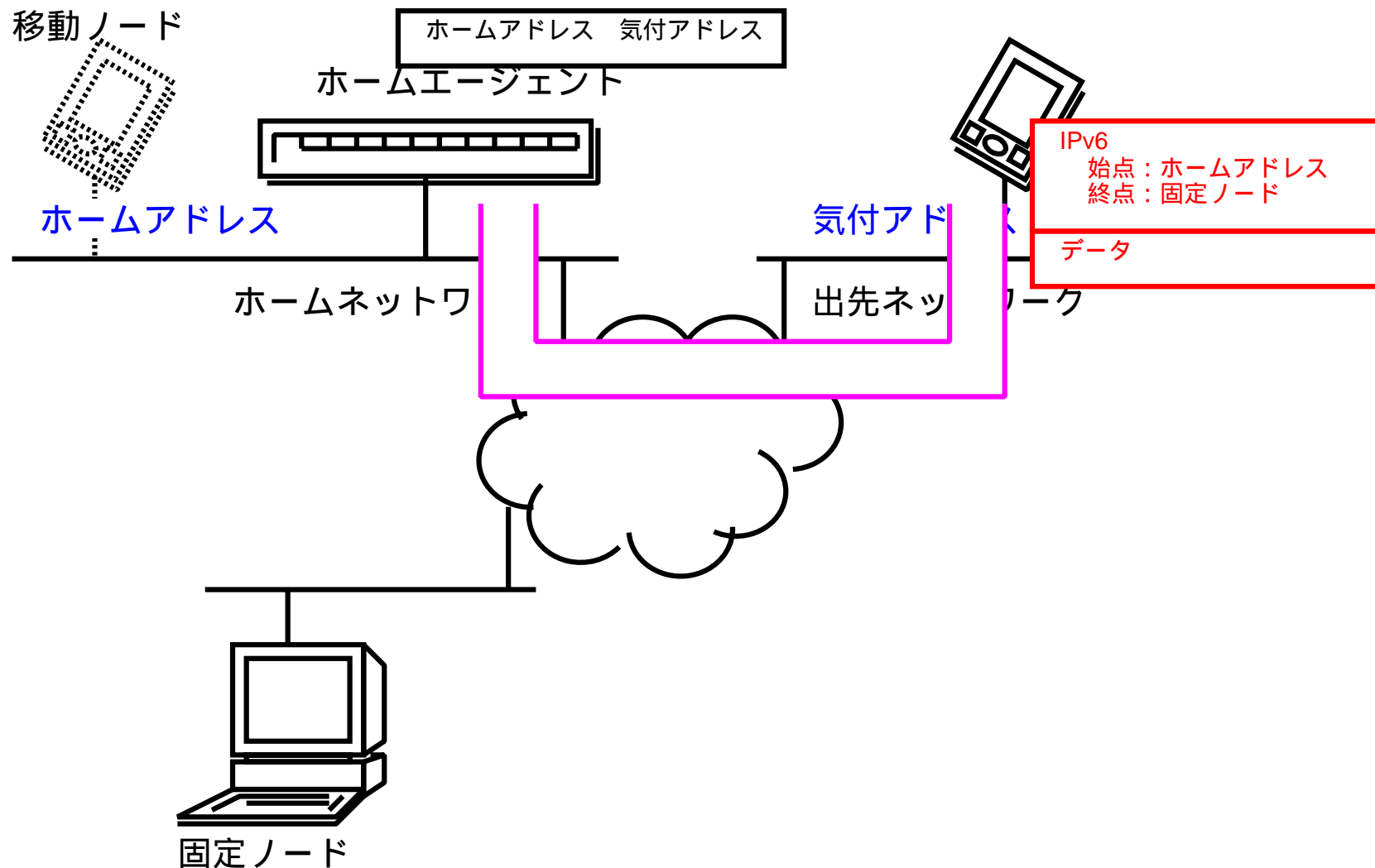
□ IPv6 ノードは、引き続きホームアドレスへパケット送信可能

# Mobile IPv6の動作 (出先での受信)



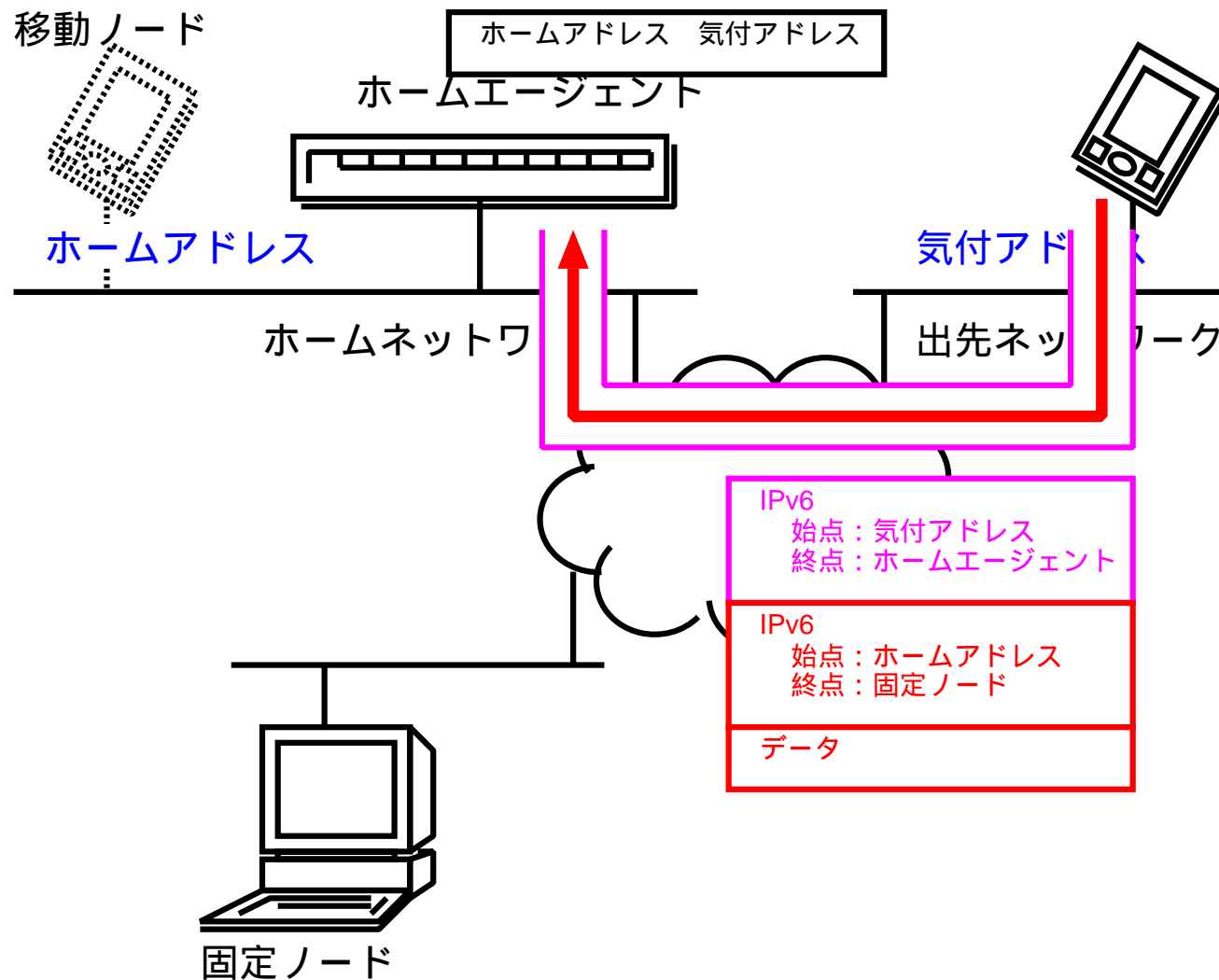
- ホームエージェントがパケットを代理受信し、移動ノードへトンネル送信

# Mobile IPv6の動作 (出先からの送信)



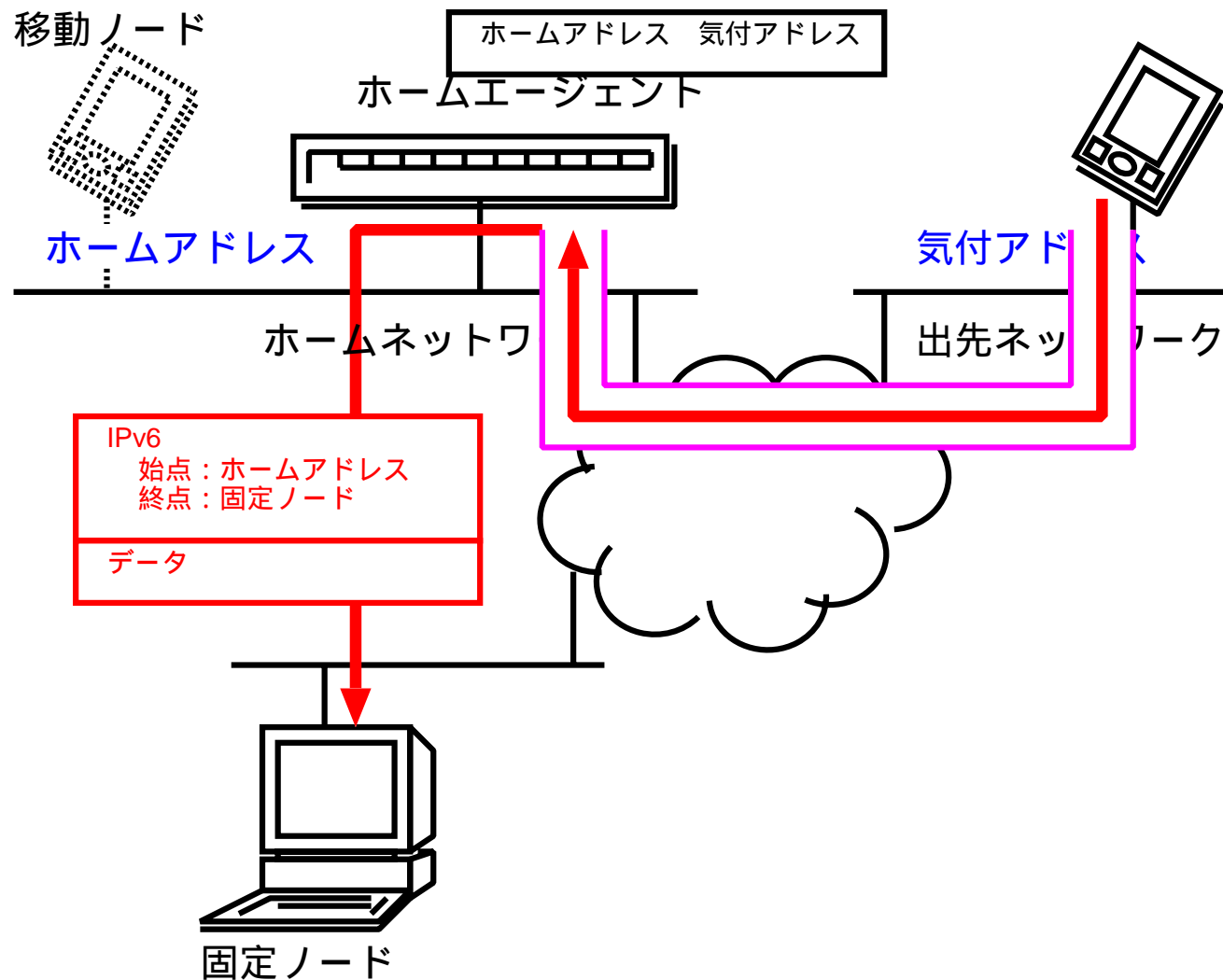
- 移動ノードは固定ノード宛てパケットの始点アドレスをホームアドレスに設定

# Mobile IPv6の動作 (出先からの送信)



- 移動ノードから固定ノード宛てパケットは一旦ホームエージェントへとトンネル送信

# Mobile IPv6の動作 (出先からの送信)



□ ホームエージェントがパケットを転送

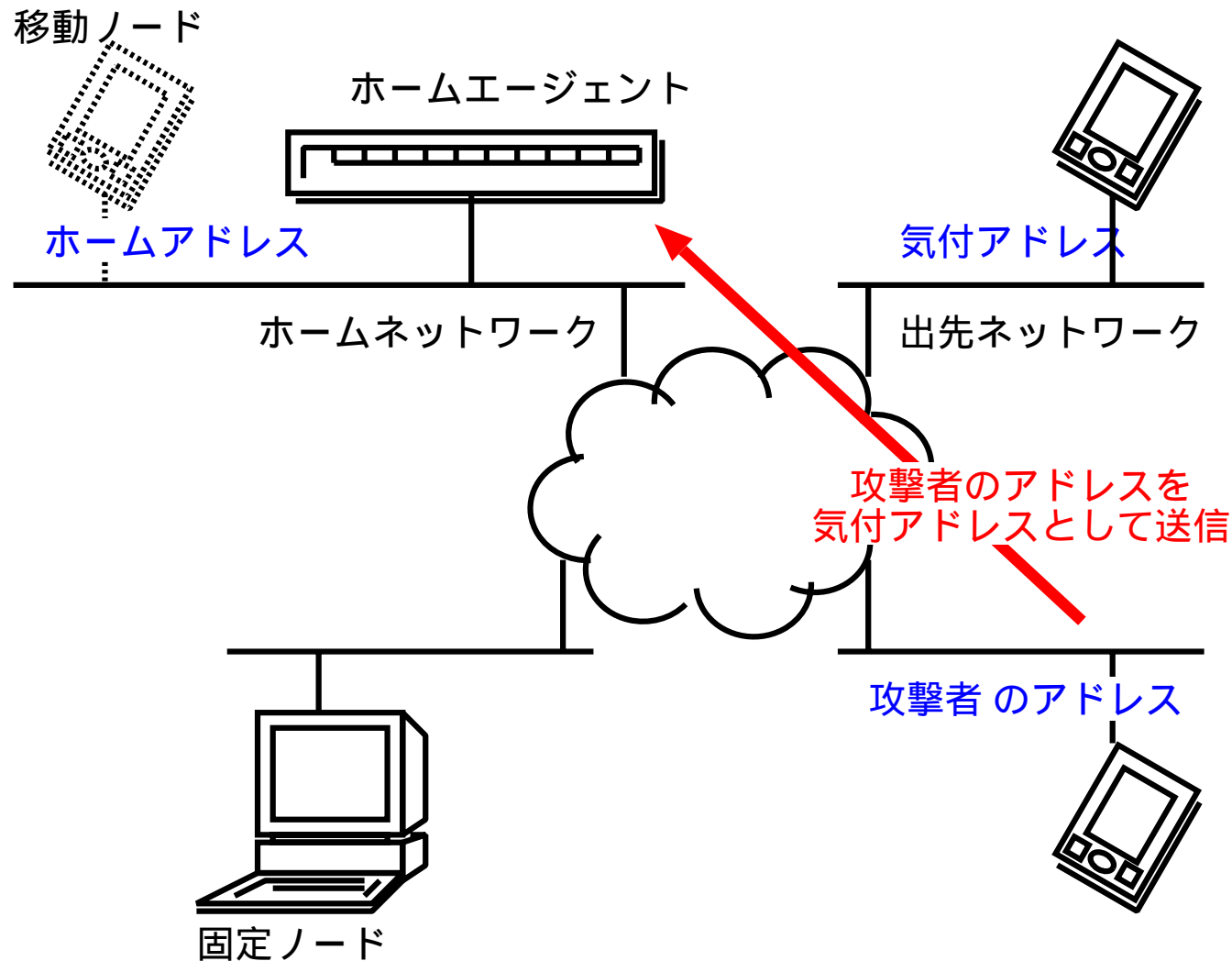
# Mobile IPv6とセキュリティ

---

- 気付アドレスの通知(対応付け更新)は強力な機能
  - ▷ 移動ノード宛てのパケットを任意のノードに転送できる

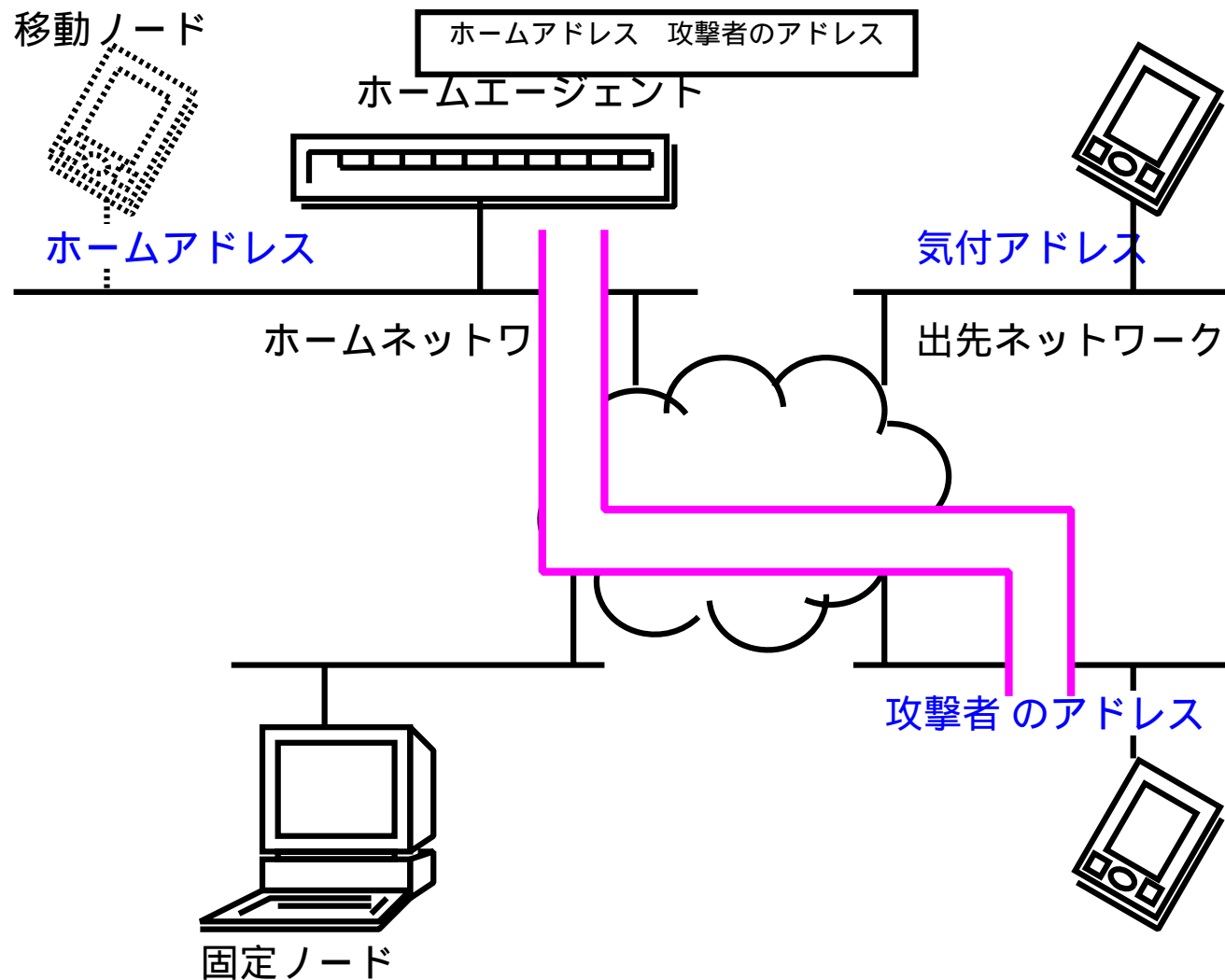


# Mobile IPv6とセキュリティ



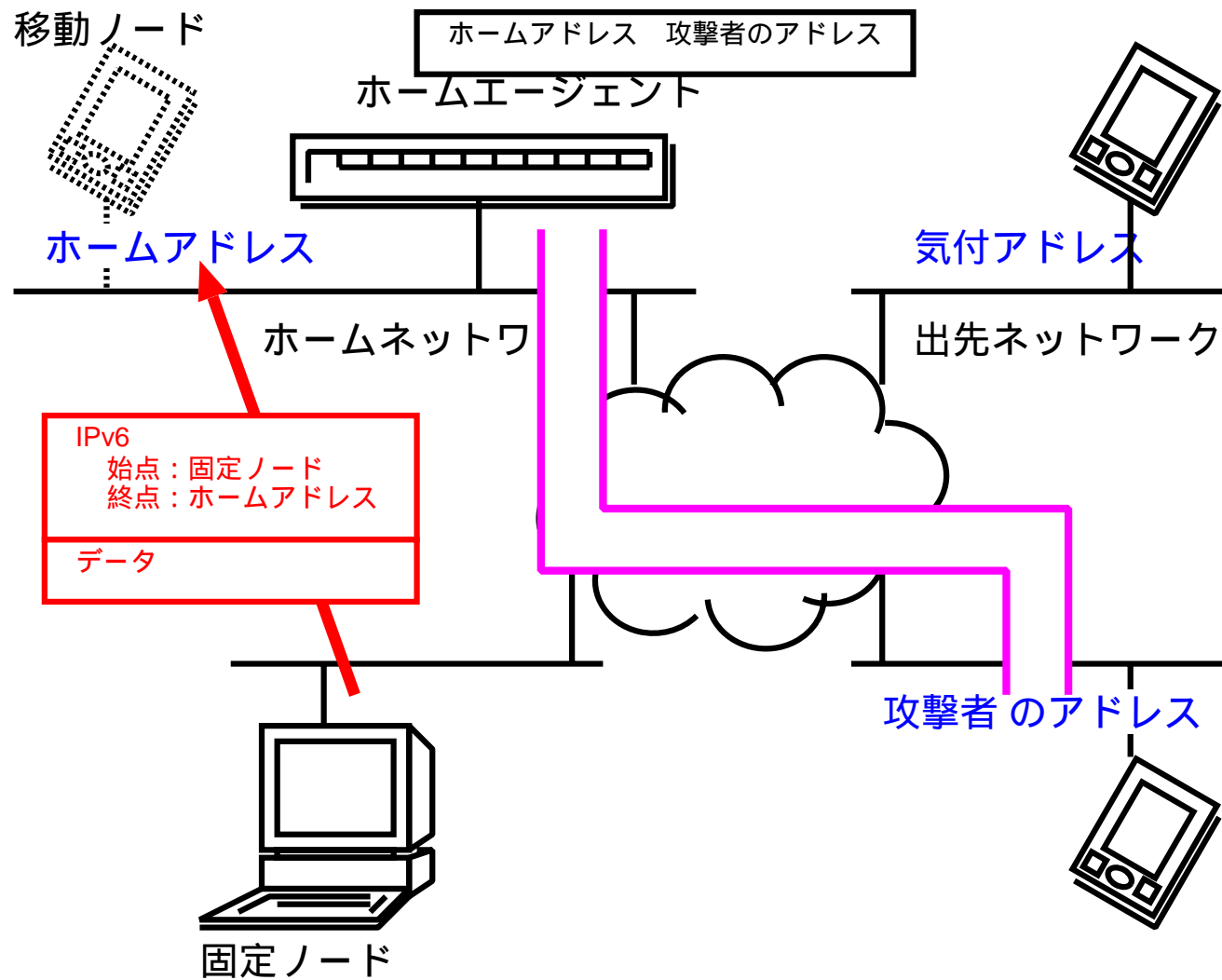
- 攻撃者は、自分のアドレスと横取りしたいホームアドレスとを対応付ける

# Mobile IPv6とセキュリティ



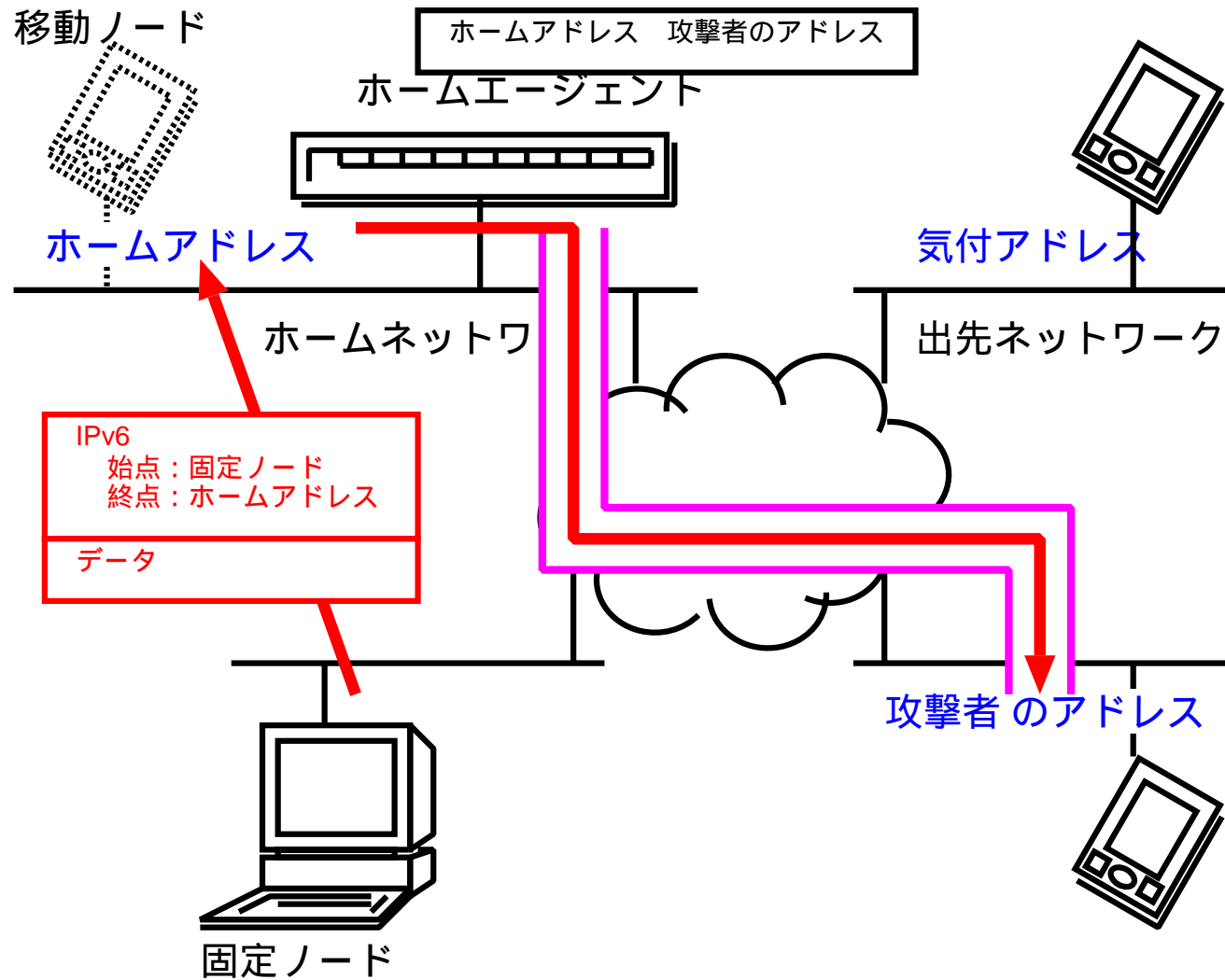
- 攻撃者は、自分のアドレスと横取りしたいホームアドレスとを対応付ける

# Mobile IPv6とセキュリティ



□通信相手は移動ノードのホームアドレスにパケットを送信

# Mobile IPv6とセキュリティ



□すべてのパケットが攻撃者に転送される

# Mobile IPv6とセキュリティ

---

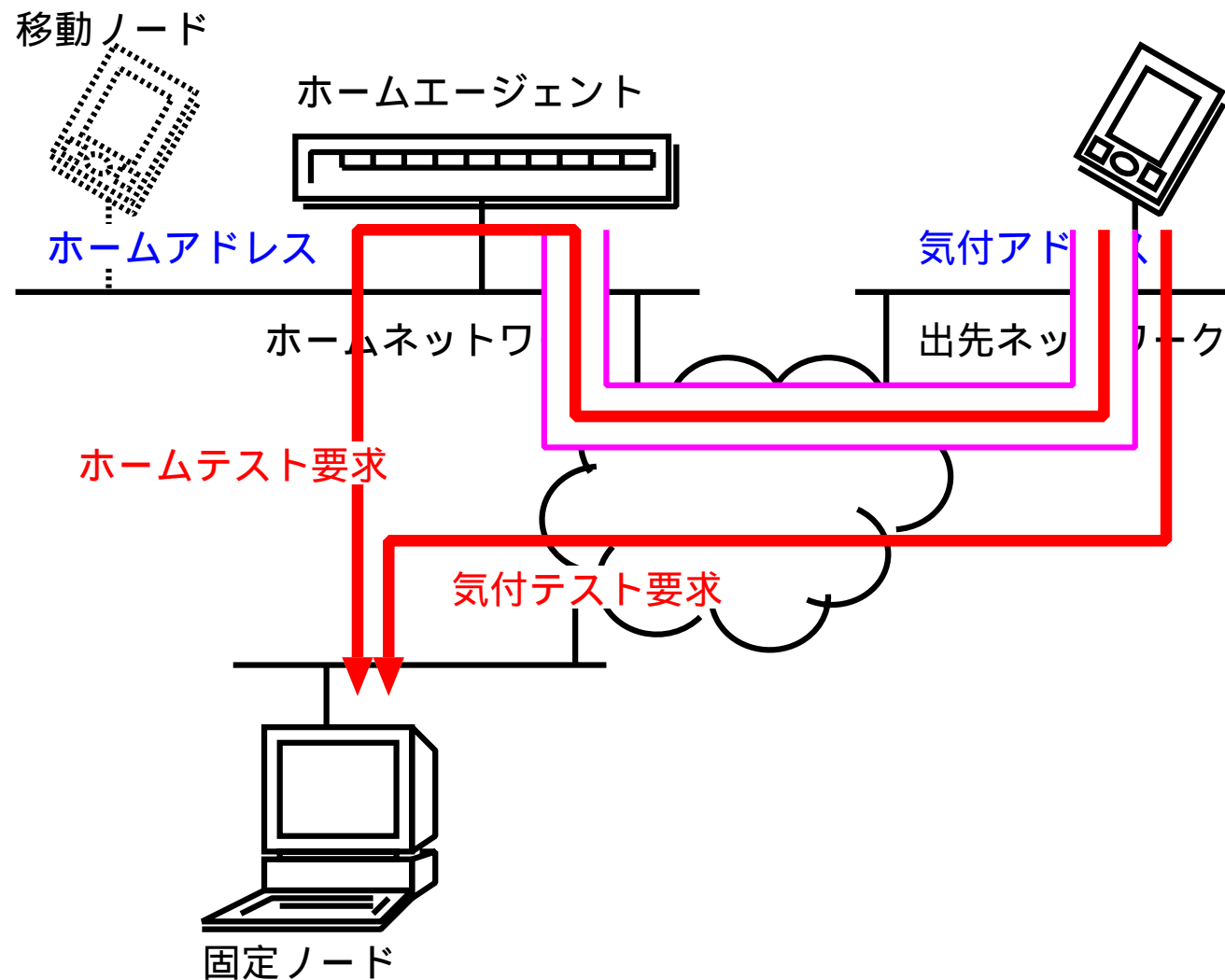
- IPセキュリティを用いた保護が必須
- 移動ノードとホームエージェントの間でIPセキュリティ通信
  - ▷ 手動設定によるIPセキュリティ設定
  - ▷ 動的鍵交換によるIPセキュリティ設定
    - ▷ draft-ietf-mobileip-mipv6-ha-ipsec "Protect Mobile IPv6 Signaling Between Mobile Nodes and Home Agents" (2004.6 RFC化完了)

# Mobile IPv6通信の最適化

---

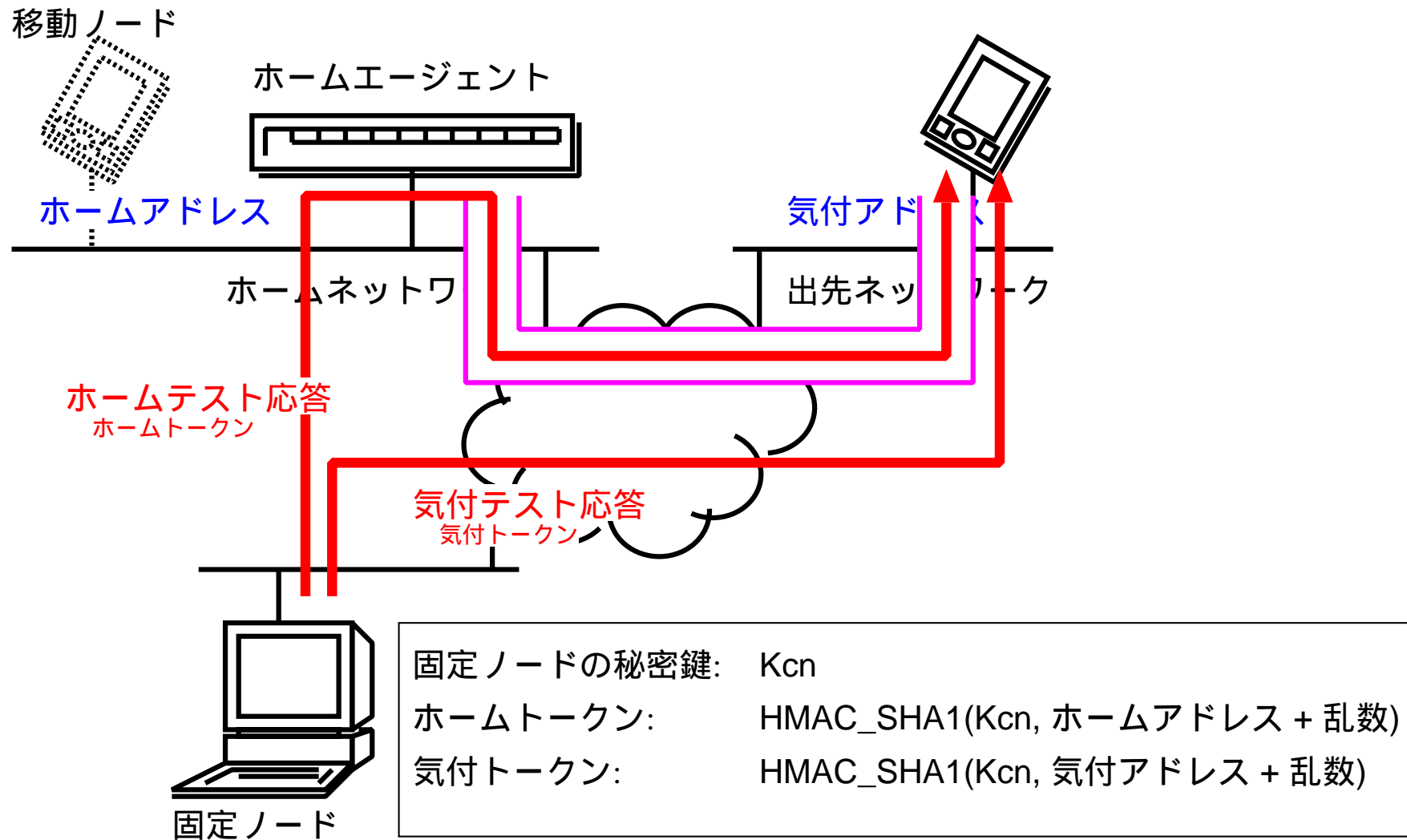
- 移動ノードと固定ノードとの通信は必ずホームエージェントを経由する
  
- 可能ならば直接通信したい
  - ▷ 固定ノードと移動ノードの気付アドレス間で直接送信
  
- 対応付け更新(気付アドレスの通知)のセキュリティ
  - ▷ 任意の固定ノードとの間でIPセキュリティを使うのは困難
    - ▷ 鍵交換の枠組みが必要
  - ▷ (IPセキュリティより弱い)実現可能な共有鍵生成の仕組み
    - ▷ 往復経路確認

# 往復経路確認



- 移動ノードから固定ノードへ、共有鍵生成開始の通知

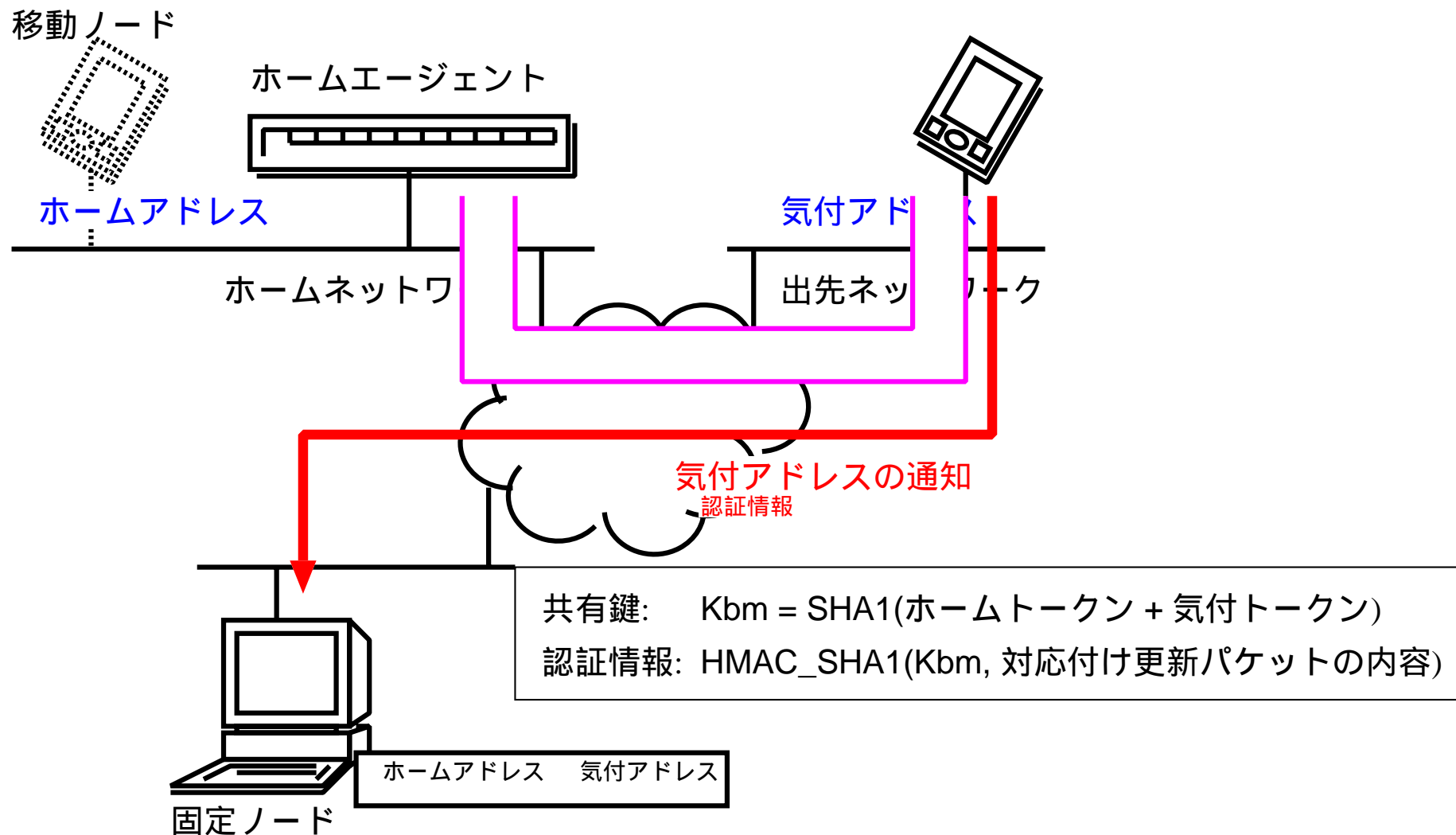
# 往復経路確認



□ 固定ノードから、トークンの返送

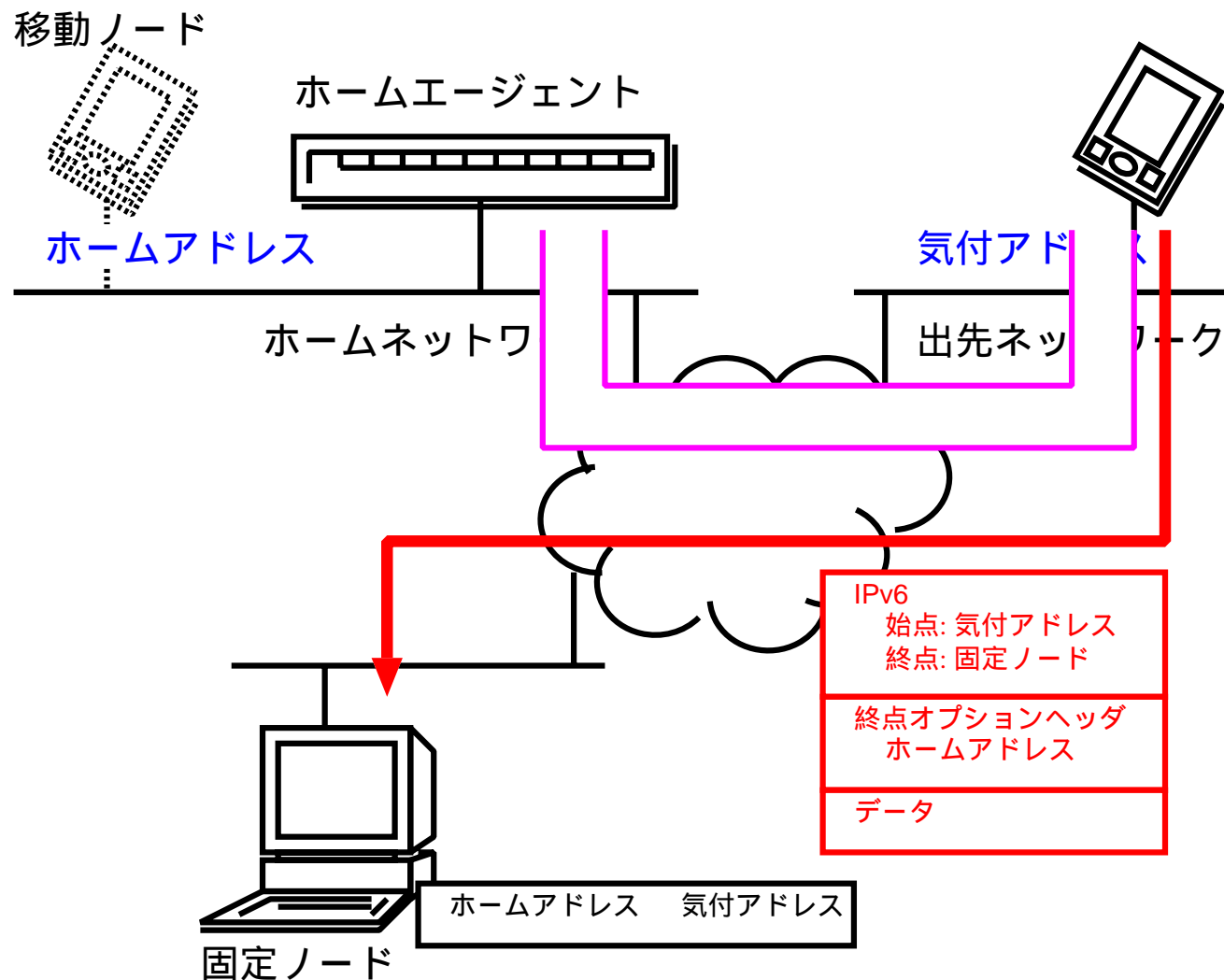


# 往復経路確認



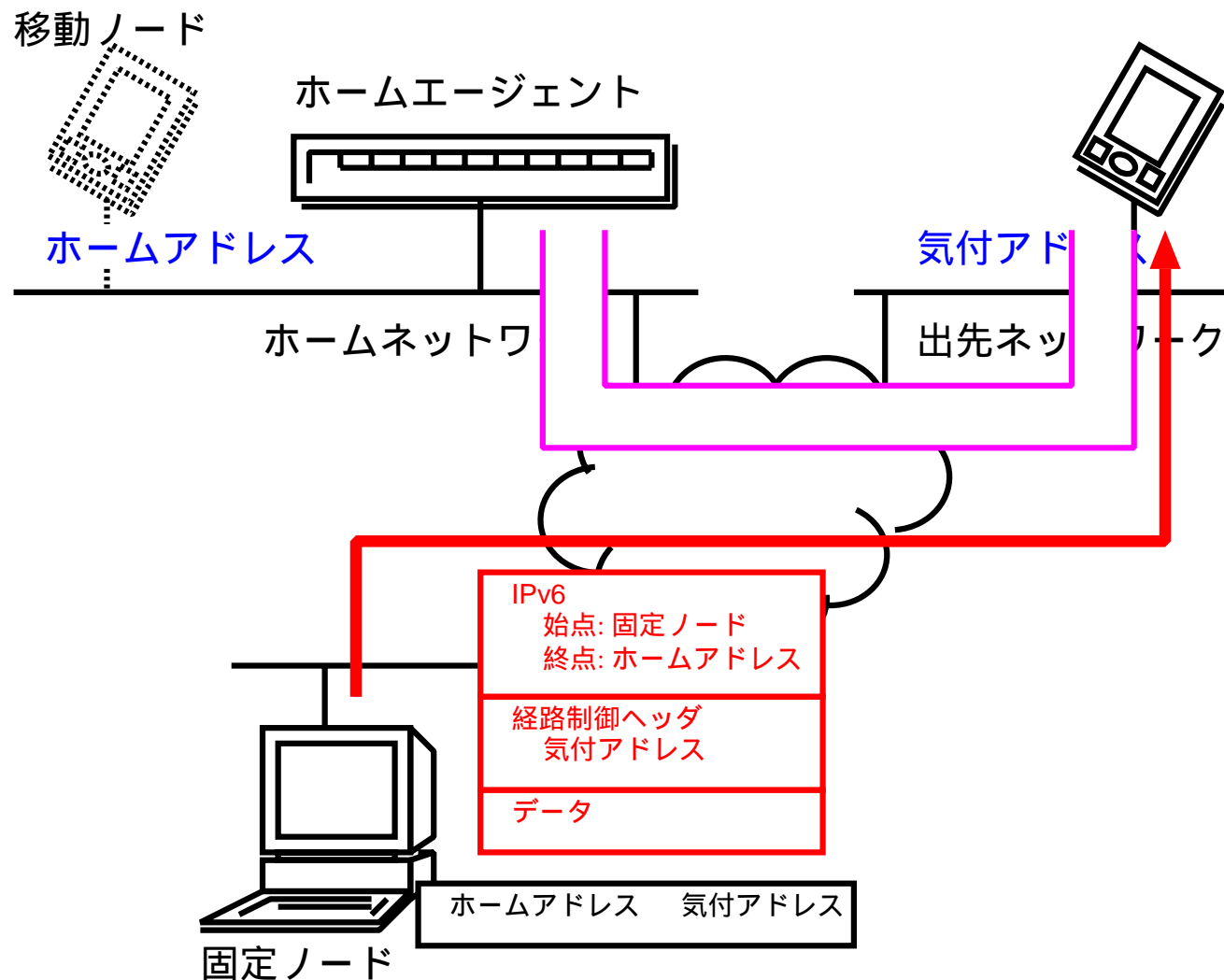
- 移動ノードはトークンを使って共有鍵を生成し、対応付け情報を送信

# 最適化された通信



- ホームアドレスを終点オプションに追加して、固定ノードへ直接送信

# 最適化された通信



- 経路制御ヘッダで気付アドレスを中継点に指定して、移動ノードに直接送信

# Network Mobility (NEMO)

---

# Network Mobilityとは

---

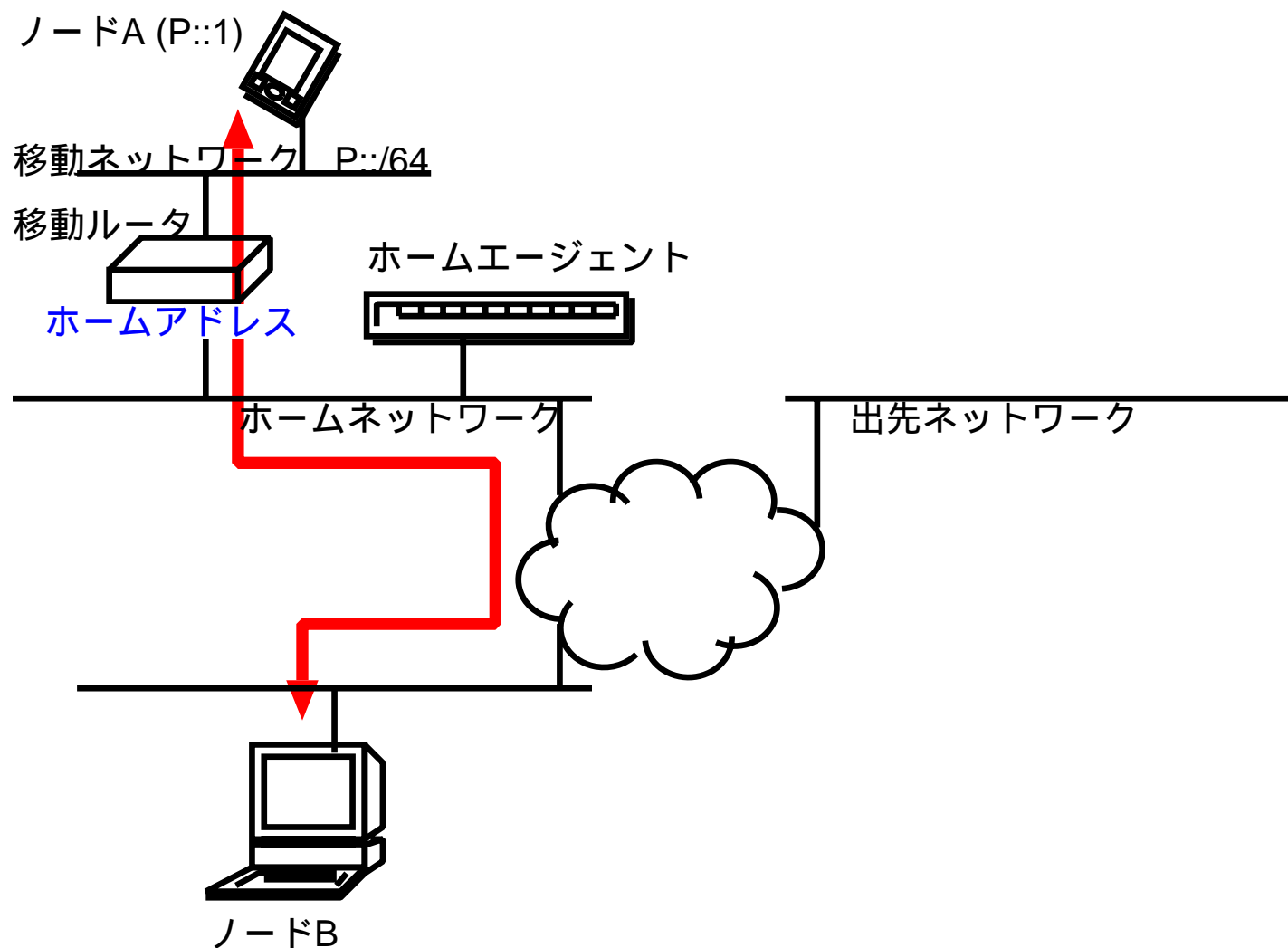
- IPv6ルータに移動通信機能を追加
  - ▷ 車、電車などの移動体への応用
- 基本的な技術と特徴はMobile IPv6と同じ
  
- 移動ネットワークに接続できるノード
  - ▷ 固定ノード
  - ▷ Mobile IPv6による移動ノード
  
- IETF NEMO WGで標準化作業中
  - ▷ draft-ietf-nemo-basic-support-03

# Network Mobilityの動作概念

---

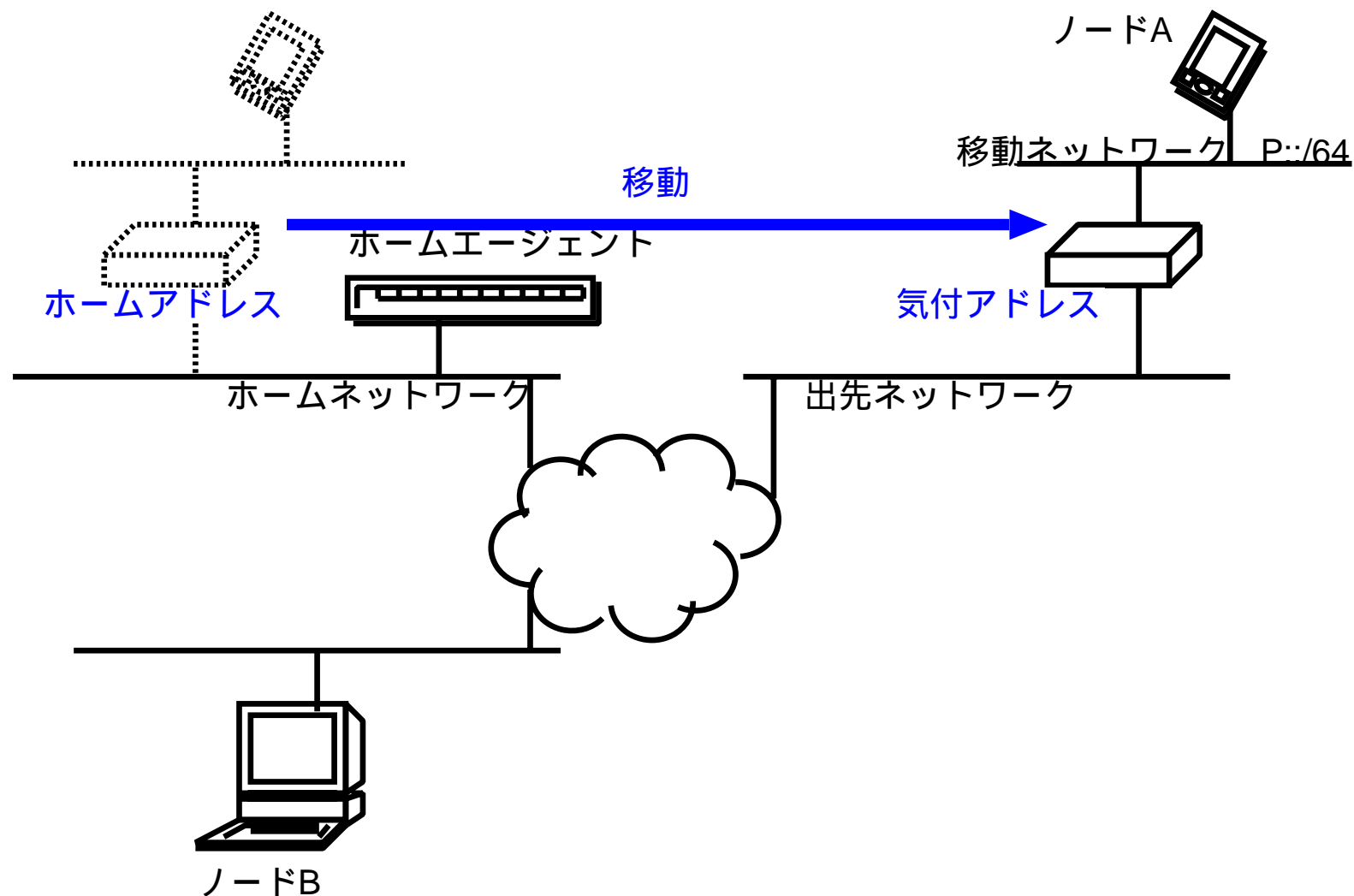
- 移動ルータが収容するネットワークを固定
  - ▷ ホームネットワーク
- 通信相手には、移動ネットワーク内に接続しているノードが、常にホームネットワークに接続しているように見せる
  - ▷ ホームネットワークに送られたパケットは、適切に転送

# Network Mobiligyの動作 (ホーム接続時)



- 移動ルータがホームネットワークにいる場合、ノードBとノードAの通信は通常のIPv6通信と同じ

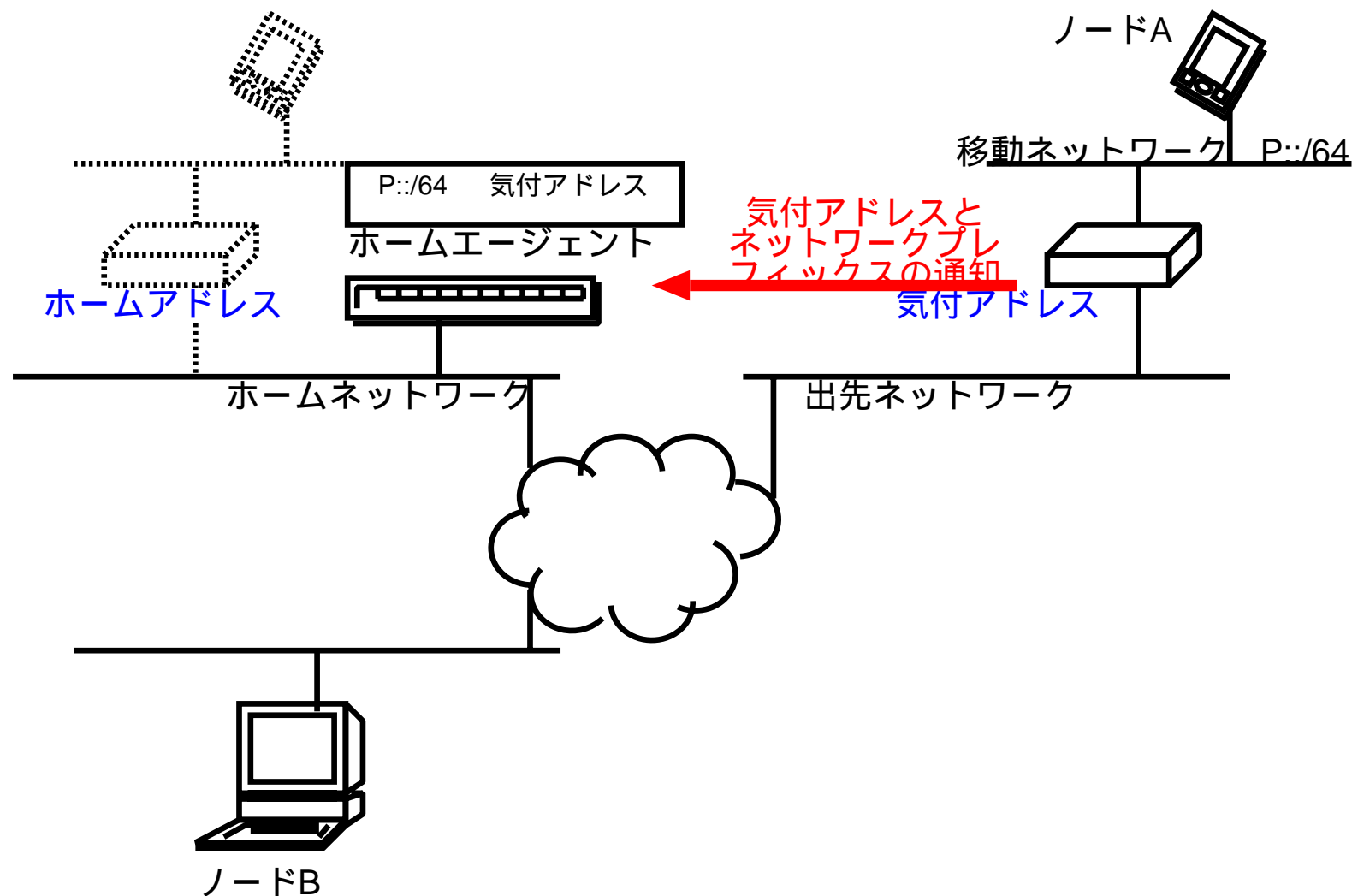
# Network Mobilityの動作 (移動処理)



- 移動ルータが、移動ネットワークと共に出先ネットワークへ移動

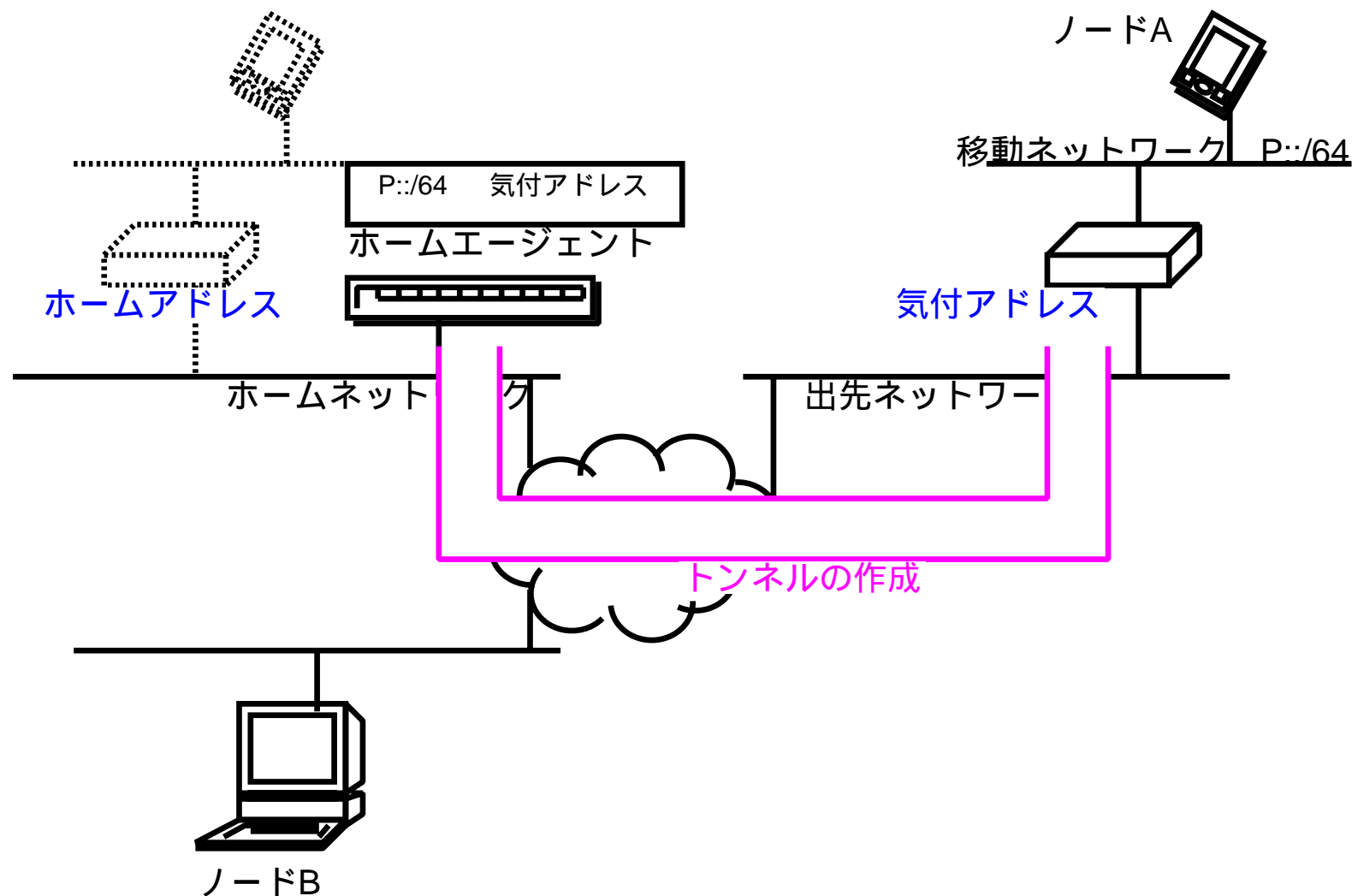


# Network Mobilityの動作 (移動処理)



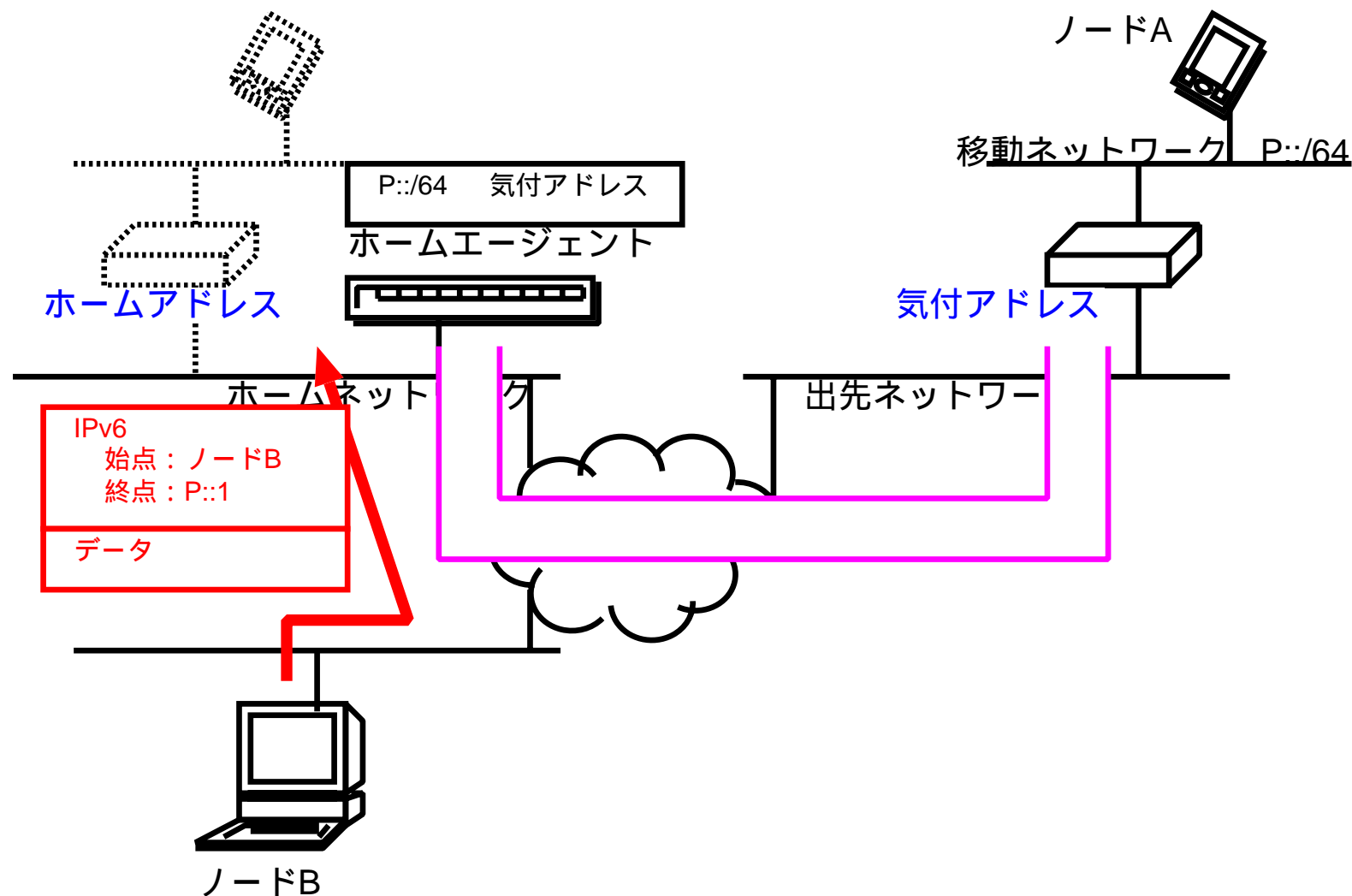
- 気付アドレスとネットワークプレフィックスをホームエージェントへ通知

# Network Mobilityの動作 (移動処理)



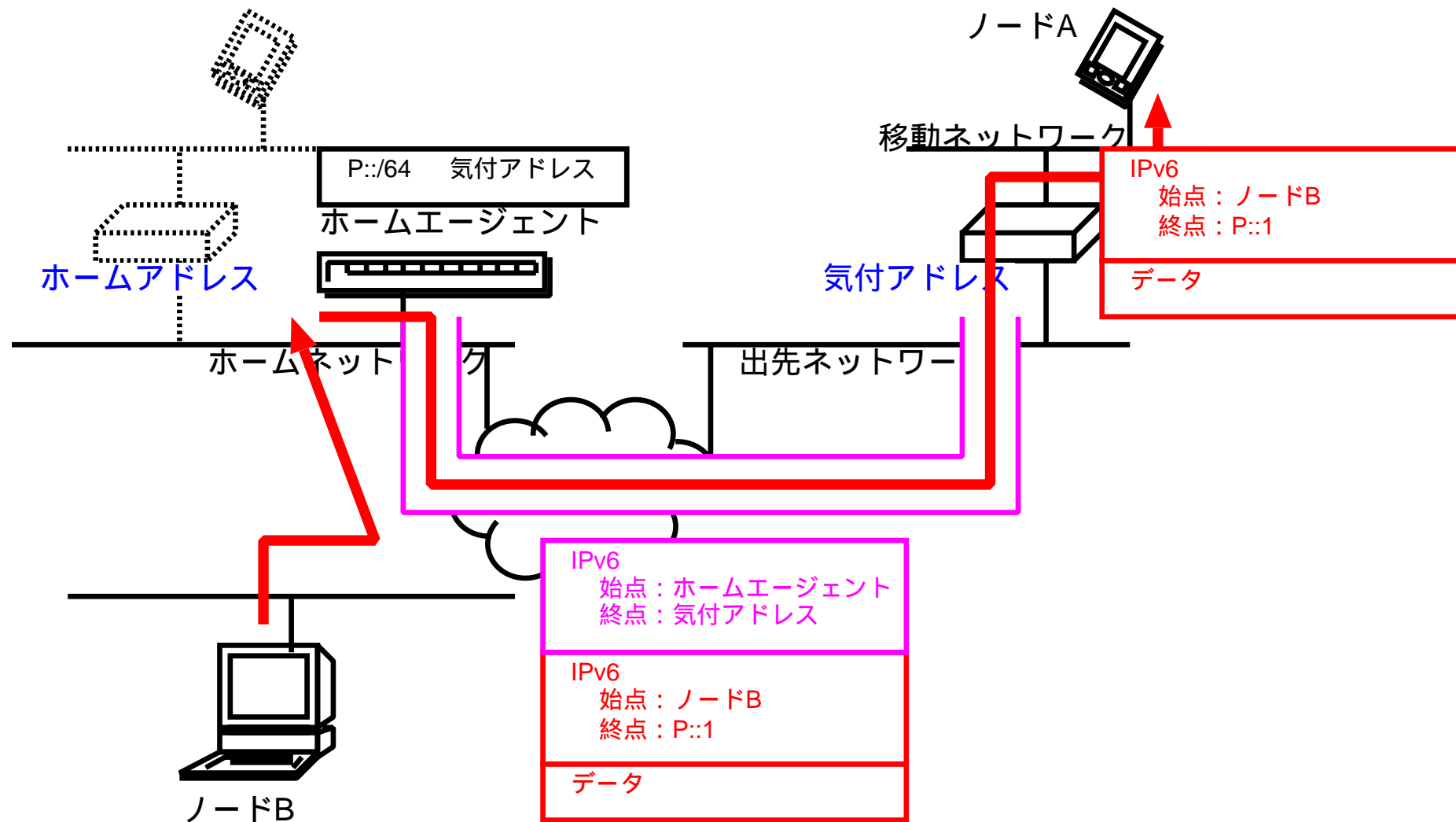
- 移動ルータとホームエージェントの間にIPv6 in IPv6トンネルを作成

# Network Mobiligyの動作 (出先での受信)



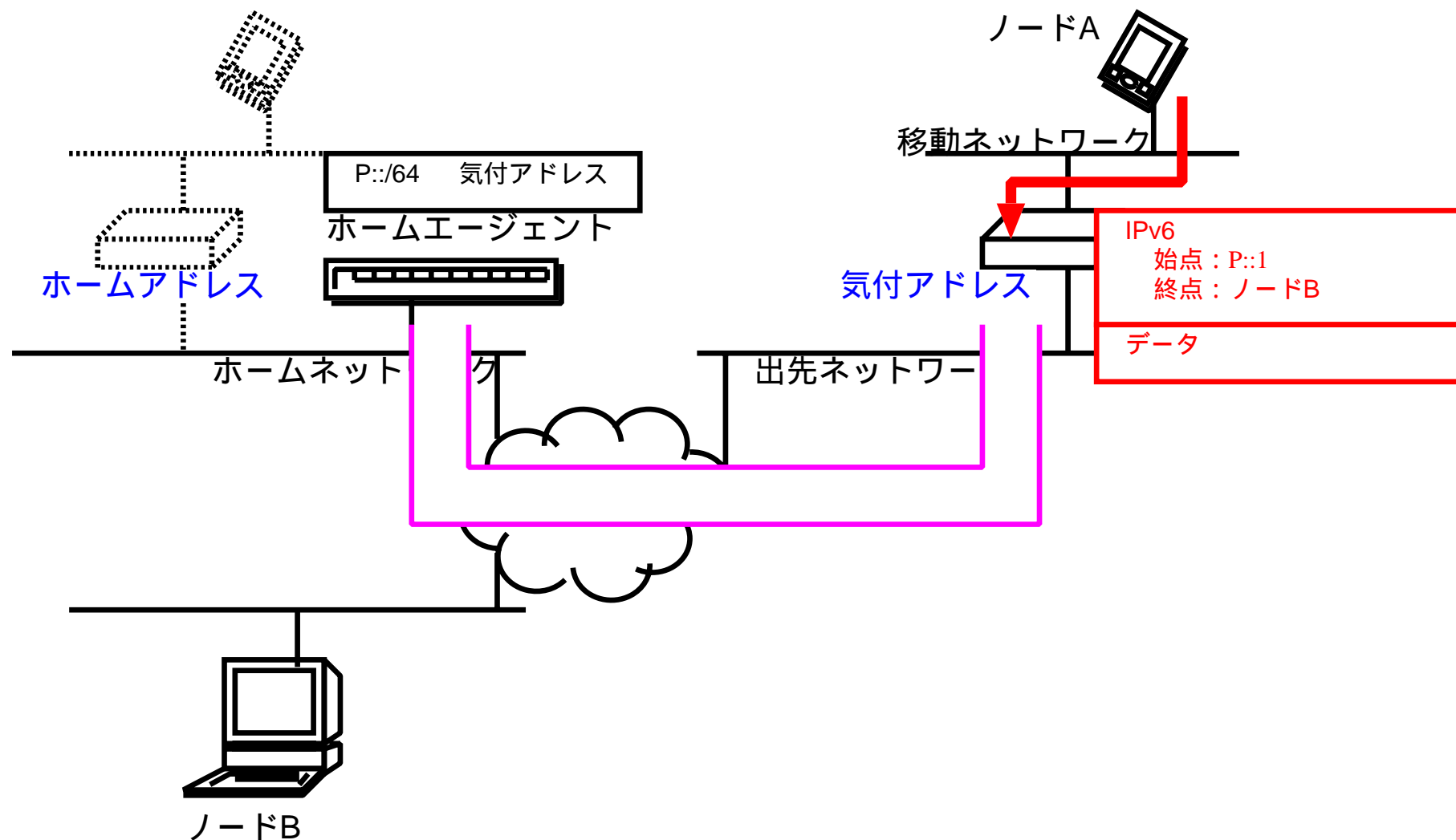
- ノードA宛てのパケットは移動ルータのホームアドレスに向かって転送される

# Network Mobilityの動作 (出先での受信)



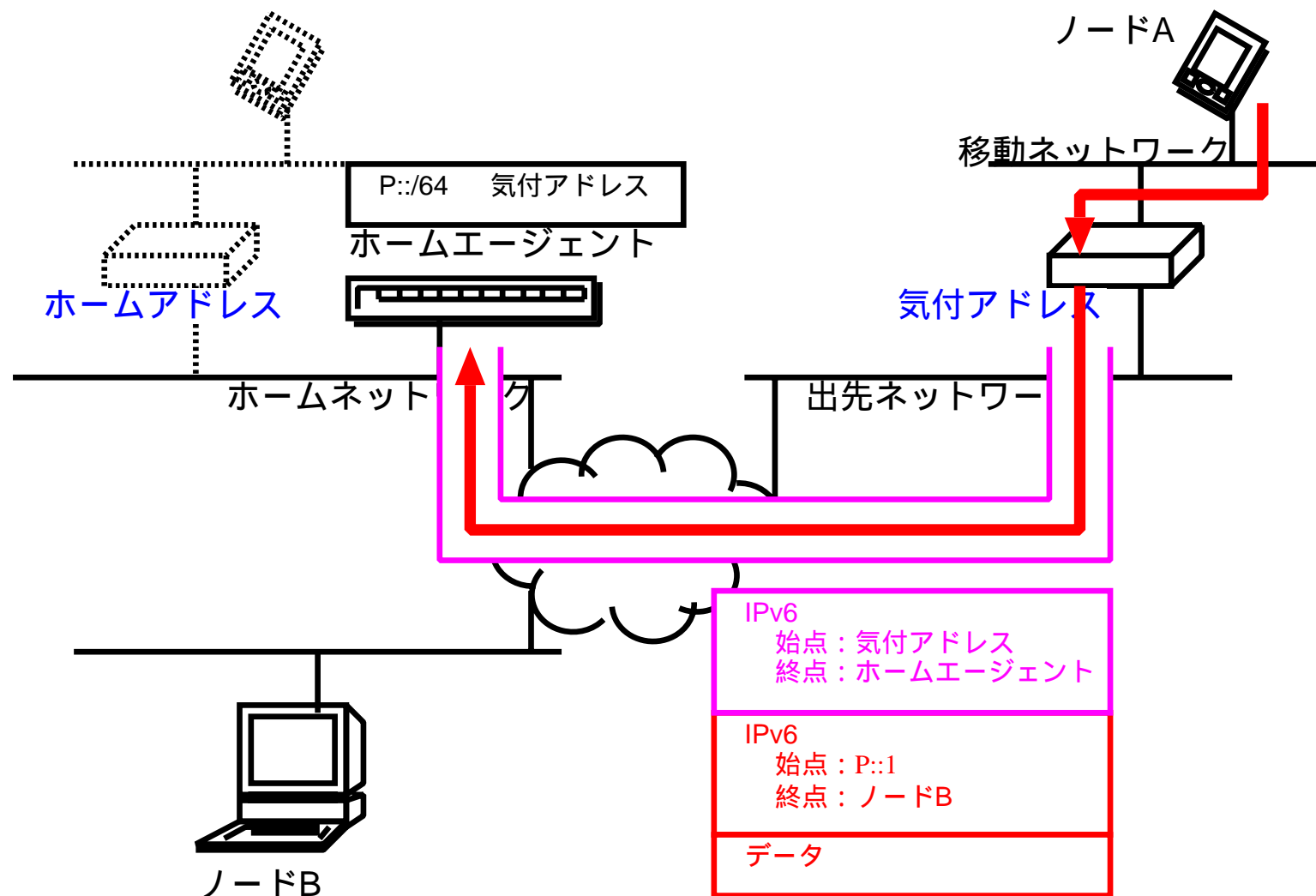
- すべての移動ネットワーク宛てのパケットは、ホームエージェントが代理受信

# Network Mobilityの動作 (出先からの送信)



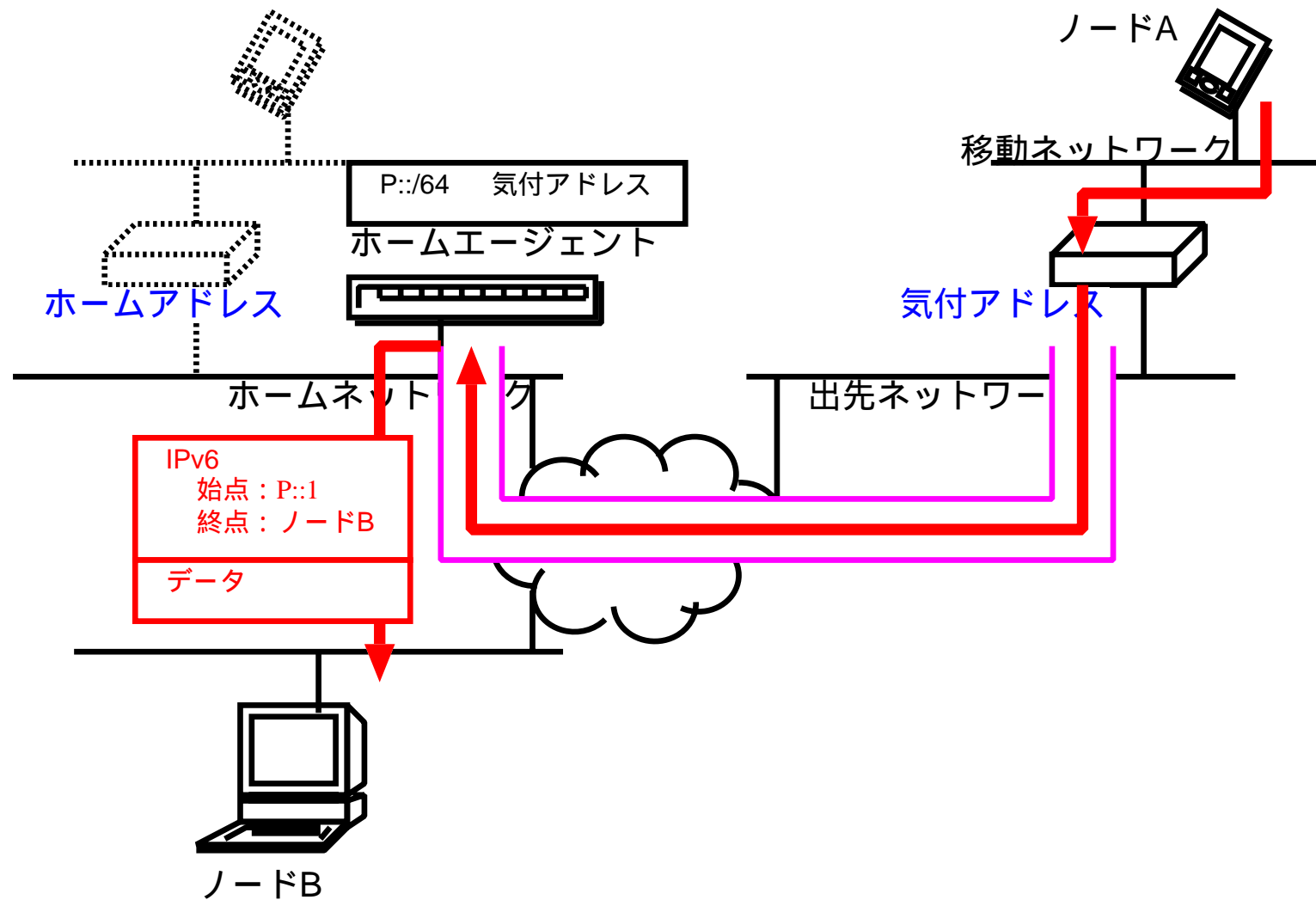
- ノードAは、現在位置にかかわらず通常通りパケット送信できる

# Network Mobilityの動作 (出先からの送信)



- 移動ルータは、移動ネットワークから発信されるパケットをホームエージェントへトンネル送信

# Network Mobilityの動作 (出先からの送信)



□ ホームエージェントがパケットを転送

# Network Mobilityのセキュリティ

---

## □ Mobile IPv6と同様

- ▷ ホームエージェントと移動ルータ間の対応付け情報の保護
  - ▷ IPセキュリティ

## □ 経路最適化の方法は現在検討中

- ▷ 移動ルータと通信相手の間で鍵を共有する必要はない



# IPv6 Mobility技術の普及に向けて

---

# 普及に必要なもの

---

- 標準化
- 実装
- サービス面
- その先の課題

# Mobile IPv6標準化動向

---

- IESGによるProposed Standard化の承認(2003年7月)
  - ▷ draft-ietf-mobileip-ipv6
  - ▷ draft-ietf-mobileip-mipv6-ha-ipsec
- RFCとして発行 (2004年6月)
  - ▷ RFC3775 "Mobility Support in IPv6"
  - ▷ RFC3776 "Using IPsec to Protect Mobile IPv6 Signaling Between Mobile Nodes and Home Agents"
  
- 関連する標準技術
  - ▷ MIB
  - ▷ ファイアウォール連携
  - ▷ より安全な固定ノードとのシグナリング

# Network Mobility標準化動向

---

## □基本仕様の策定が進行中(NEMO WG)

▷draft-ietf-nemo-basic-support-03

## □現在の課題

▷基本仕様の標準化完了

▷マルチホームの取り扱い方

▷経路最適化技術の検討

▷IPRへの対応

# 実装(Mobile IPv6)

---

## □ Mobile IPv6相互接続性

- ▷ 過去に数多くの相互接続テスト
- ▷ ほぼ現在の仕様になってから(2002年6月)も6回
- ▷ 特に問題となる欠陥は発見されず

# 実装(Mobile IPv6)

---

## □ Mobile IPv6実装

### ▷ FreeBSD/NetBSD

▷ KAMEプロジェクトが最新の仕様に従った実装を公開

▷ <http://www.kame.net/>

### ▷ Linux

▷ MIPLとUSAGI projectが最新仕様に従った実装を開発中

▷ <http://www.mobile-ipv6.org/>

### ▷ その他

▷ <http://www.mip4.org/2004/implementations/>

▷ 多数の評価用/商用スタックが存在

# 実装(NEMO)

---

## □ NEMO相互接続性

- ▷ 2004年3月のConnectathonで初めて公式な相互接続テストを実施
- ▷ 基本概念はMobile IPv6と同様のため、仕様の欠陥は見つからず

## □ NEMO実装

- ▷ 現時点では自由に入手できる実装は存在しない

# 実装

---

## □IPv6ShowCaseで相互接続デモ実施中

### ▷シスコシステムズ NEMO 実装 (参考出展)



### ▷エルミックシステム KASAGO IPv6/Mobile IPv6



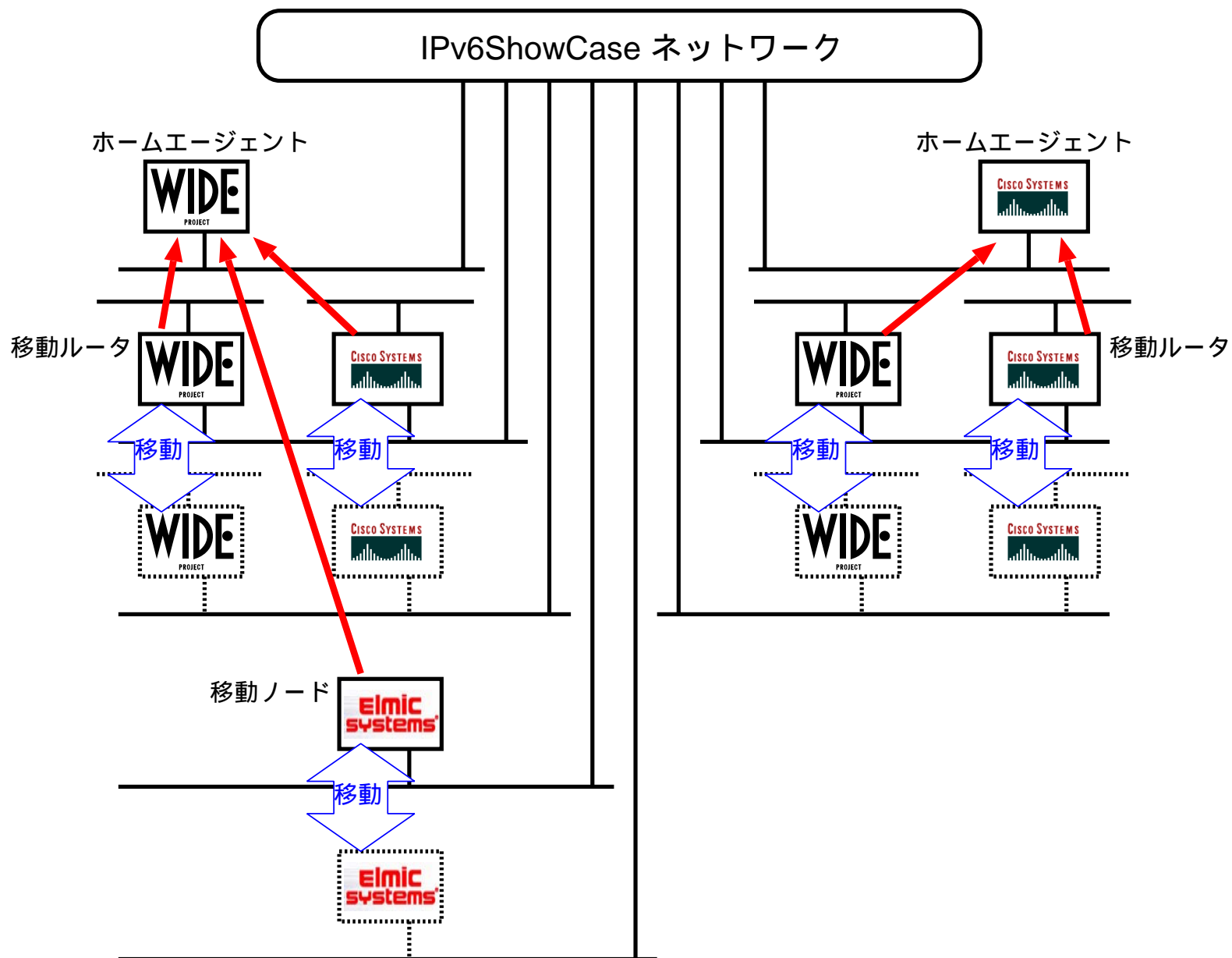
### ▷WIDE/Nautilus6プロジェクト NEMO 実装





# 実装

## □ IPv6ShowCaseのMobility関連トポロジ



# サービス面

---

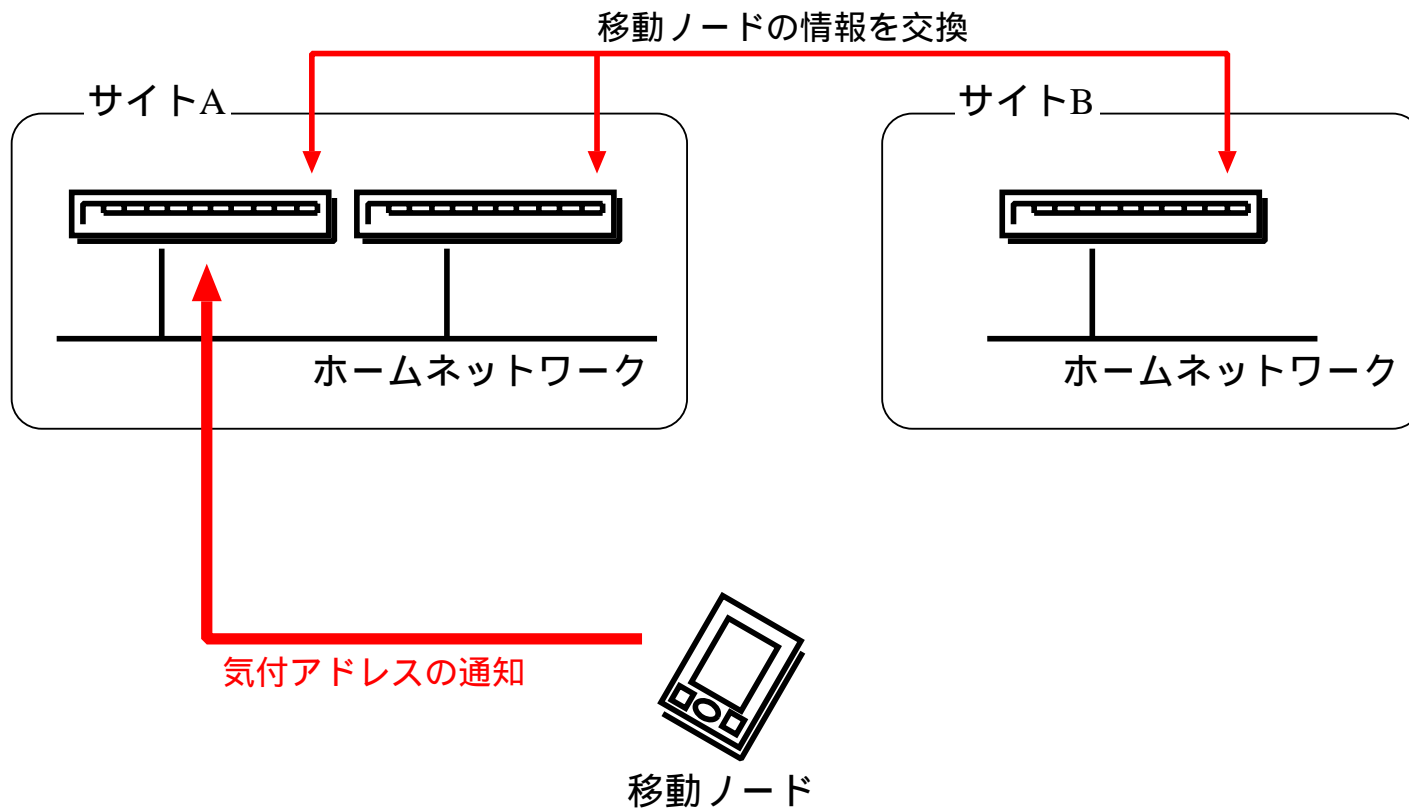
## □ サービス実現に必要なこと

▷ 堅牢性

▷ サービスの認証/課金

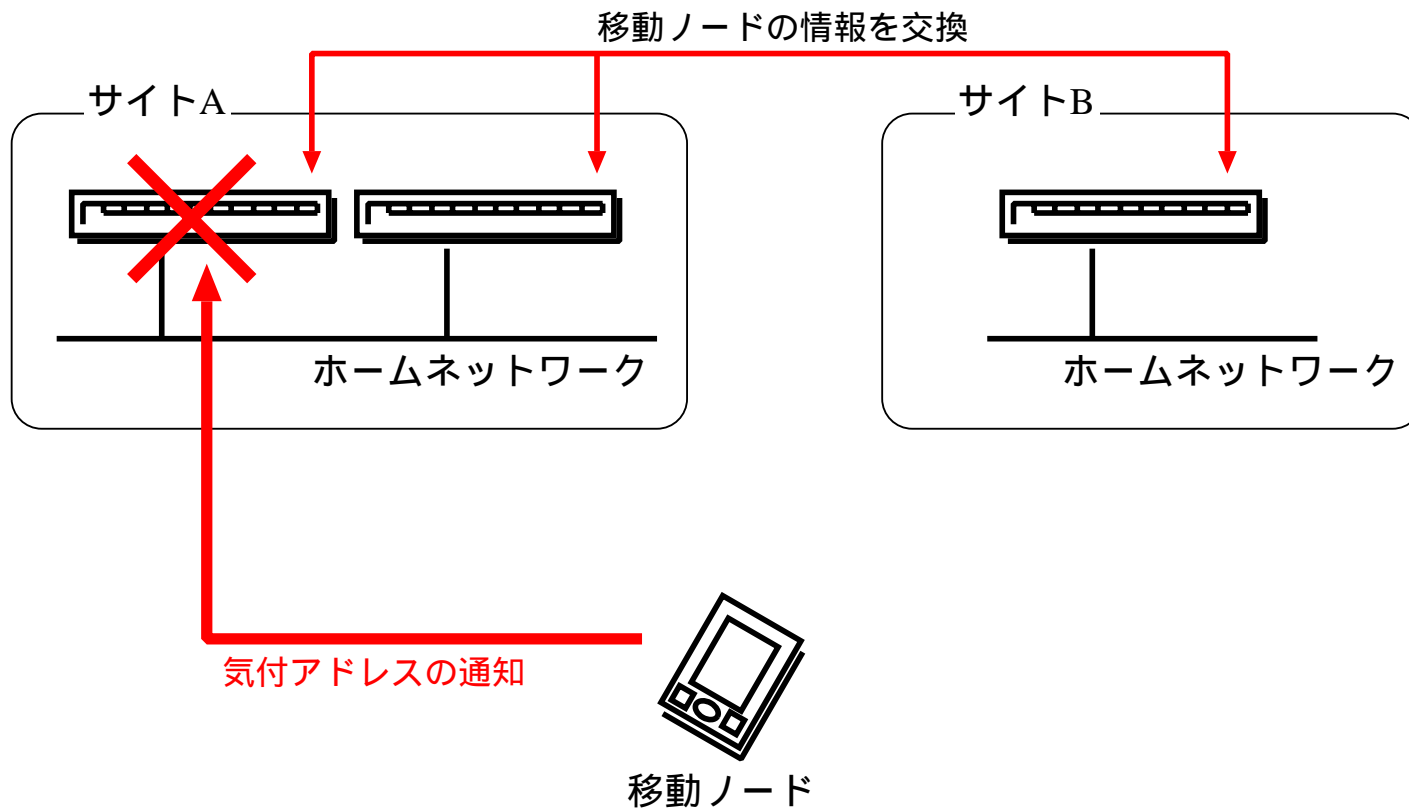
# 堅牢性

- ホームエージェントが一点障害
- ホームエージェントの多重化
  - ▷ draft-wakikawa-mip6-nemo-haha
  - ▷ ホームエージェントの多重配置と、能動的なホームエージェント切り替え機構の提案



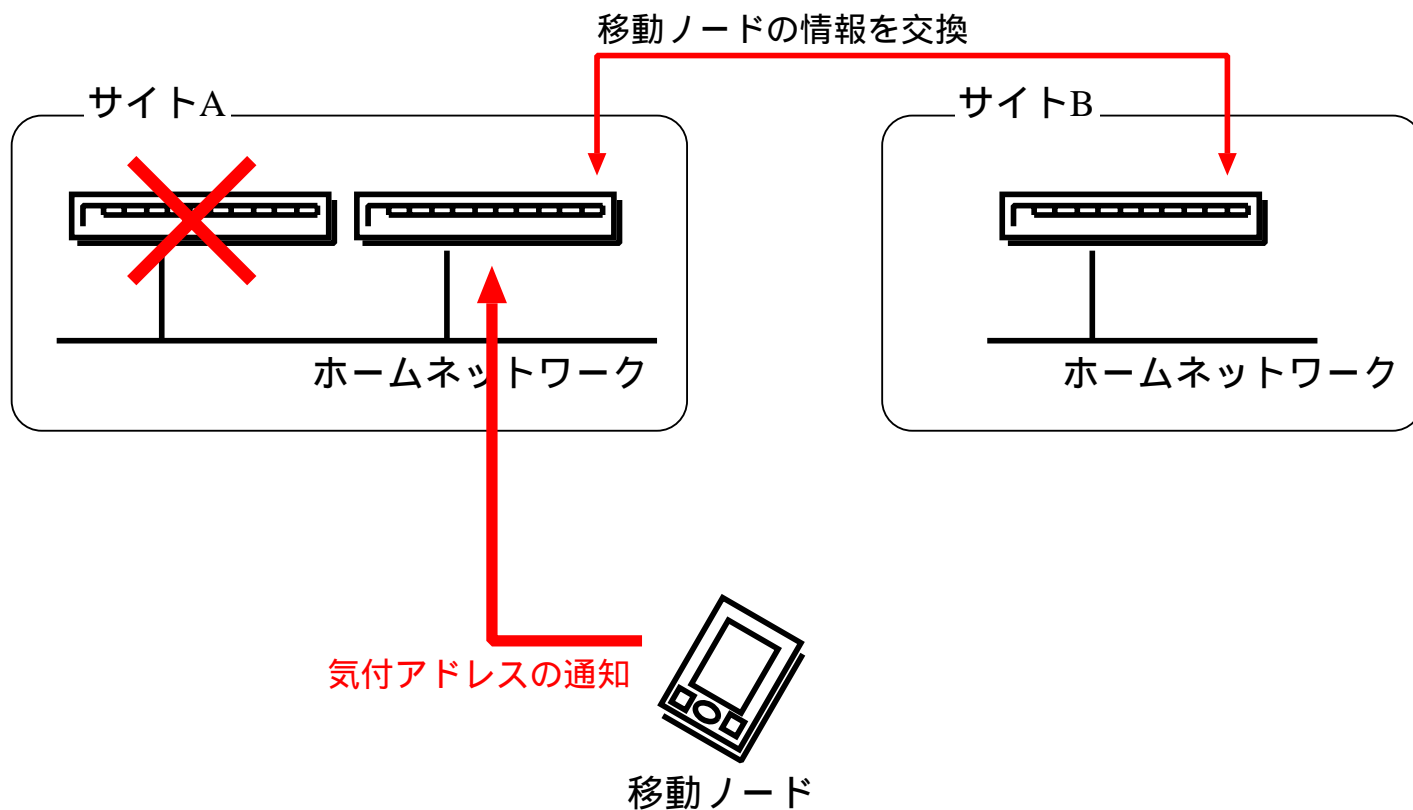
# 堅牢性

- ホームエージェントが一点障害
- ホームエージェントの多重化
  - ▷ draft-wakikawa-mip6-nemo-haha
  - ▷ ホームエージェントの多重配置と、能動的なホームエージェント切り替え機構の提案



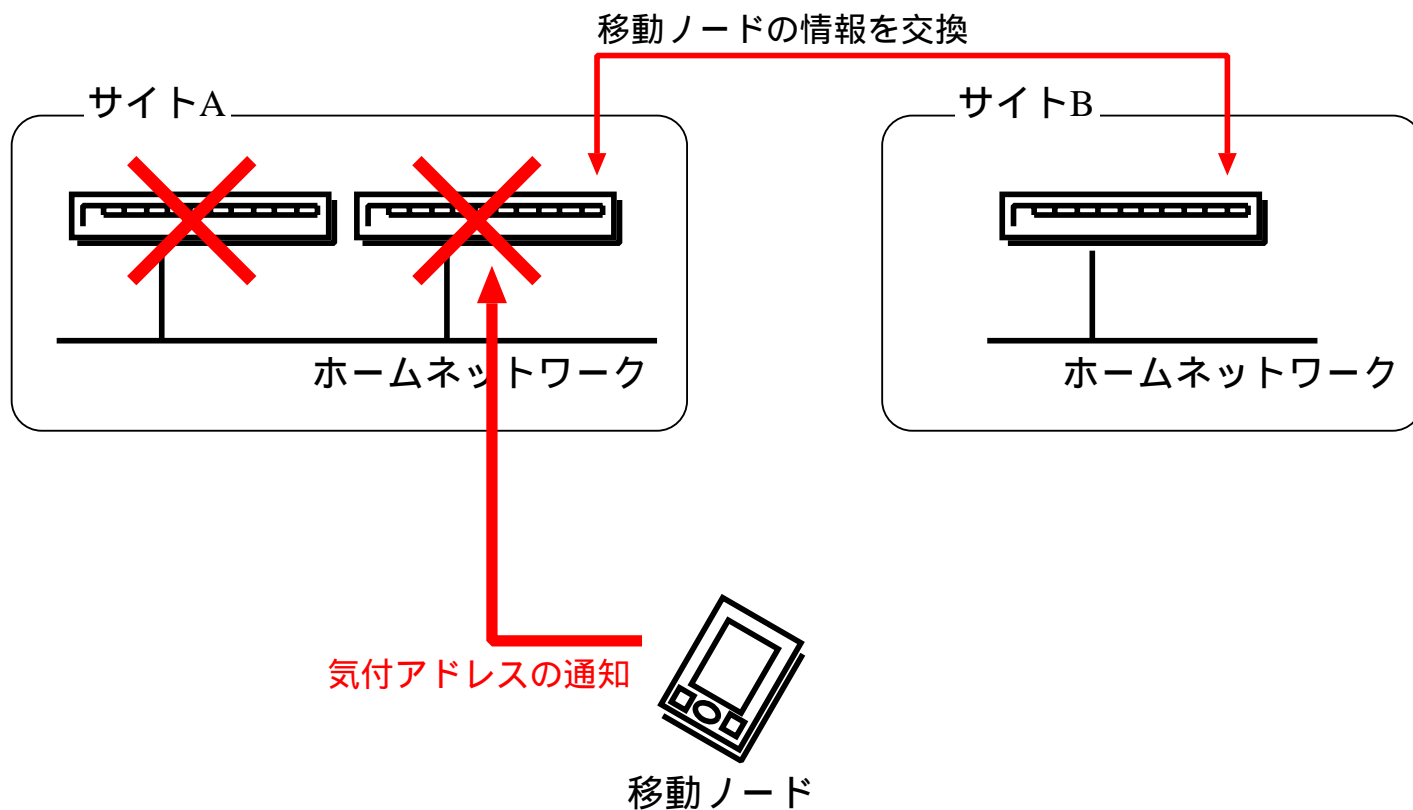
# 堅牢性

- ホームエージェントが一点障害
- ホームエージェントの多重化
  - ▷ draft-wakikawa-mip6-nemo-haha
  - ▷ ホームエージェントの多重配置と、能動的なホームエージェント切り替え機構の提案



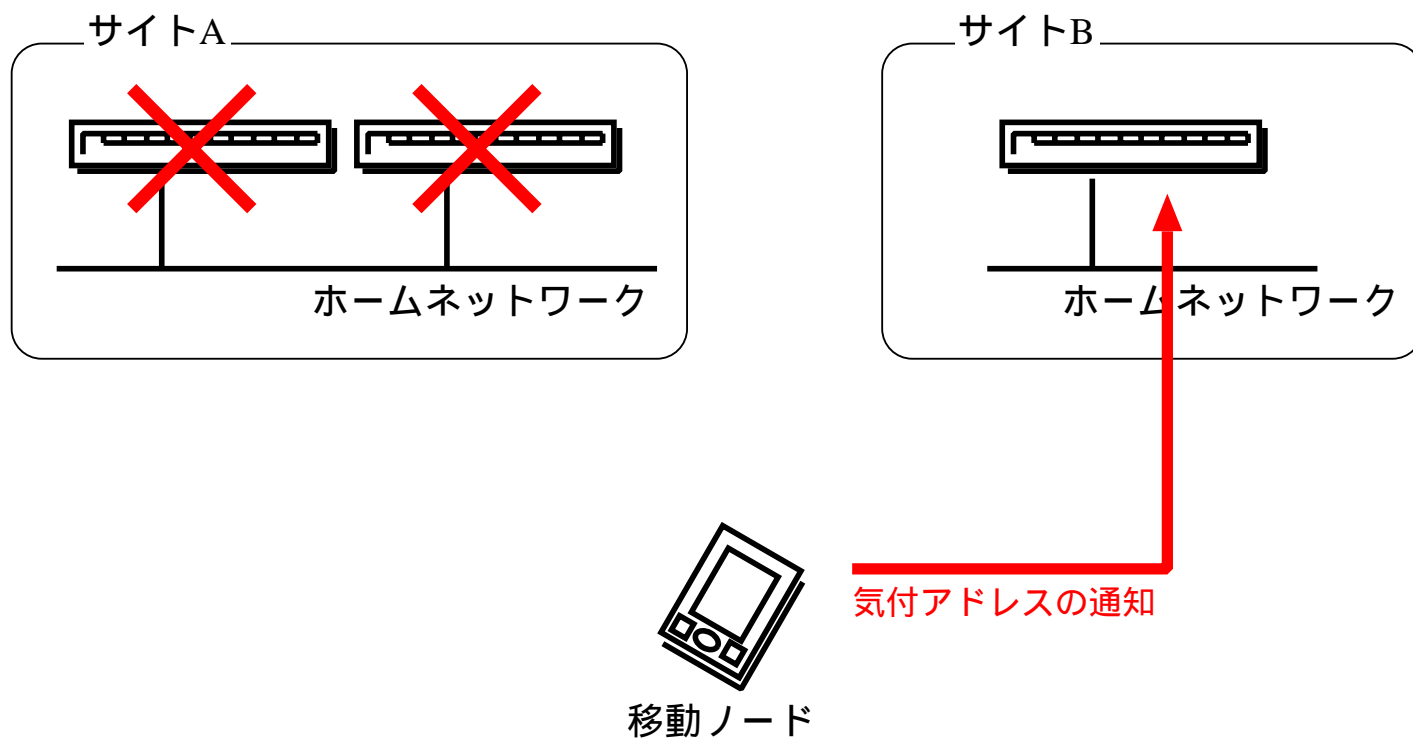
# 堅牢性

- ホームエージェントが一点障害
- ホームエージェントの多重化
  - ▷ draft-wakikawa-mip6-nemo-haha
  - ▷ ホームエージェントの多重配置と、能動的なホームエージェント切り替え機構の提案



# 堅牢性

- ホームエージェントが一点障害
- ホームエージェントの多重化
  - ▷ draft-wakikawa-mip6-nemo-haha
  - ▷ ホームエージェントの多重配置と、能動的なホームエージェント切り替え機構の提案



# サービスの認証/課金

---

- IETF AAA WGは、現時点ではMobile IPv6に関する議論はしない
  - ▷ 標準化の完了を待ってから
  
- ただ、Mobilityサービスはホームエージェントと移動ノードのIPsec通信が必須であることから
  - ▷ 既存のサービス認証とIPsecの有効化を連携させればよい



# その先の課題

---

## □ より高速な移動の実現に向けて

- ▷ 高速移動、規模性の拡張
  - ▷ Hierarchical Mobile IPv6
- ▷ ハンドオーバー時のデータロスの低減
  - ▷ Fast Handover

## □ 認証インフラとの連携

- ▷ PANA/DIAMETERとMobilityシグナルの連携
- ▷ アクセス認証と同時に移動のための動作が実現化

# 運用例

---

## □ WIDEプロジェクトNautilus6 WG

- ▷ <http://www.nautilus6.org/>
- ▷ IPsec情報の事前設定による運用

## □ InternetCAR

- ▷ 組み込み機器の利点を生かした運用

まとめ

# まとめ

---

- Mobility技術の基本は、すでに完成
  - ▷ MIP6に関してはRFC化も完了
- 運用方法を限定すれば実用可能
  
- 将来に向けて
  - ▷ 初期設定方法の標準化
  - ▷ サービス中断を防ぐ多重化技術
  - ▷ 移動サービス認証システムの標準化
  - ▷ 最適化技術
    - ▷ 高速移動、ロスレス移動
  - ▷ 広範囲な無線アクセスサービスの普及