

IPv6モビリティ技術と標準化動向

2003年11月6日 IIJ Tech WEEK



IIJ 技術研究所
島慶一 <keiichi@ij.ad.jp>

本日の話題

□ Mobile IPv6

▷ IPv6モードに移動通信機能を追加する

□ Network Mobility

▷ IPv6ネットワークに移動通信機能を追加する

背景

□IP ー ドの移動通信への期待

▷もちろん昔からある (Mobile IPv4、RFC3220)

▷今一普及していない

□Mobile IPv4が普及しなかった理由

▷IPv4が先に普及してしまった

▷そもそもIPv4を搭載できるような移動機を作ることが難しかった

▷IPv4アドレス枯渇

▷NATの普及

▷Mobile IPv4の基本仕様に加え NATを越えるための仕様が必要

今後

□IPモードの移動通信への期待

▷もちろん これからもあるだろう (Mobile IPv6, NEMO)

□IPv6移動通信機能の普及の可能性

▷IPv4で問題になった点を解決することができる

□IPv6の利点

▷IPv6の普及に合わせてMobile IPv6の標準化と普及を進めることが可能

▷通信機能を搭載できる小型機器の開発が技術的に可能になった

▷IPv6にアドレス枯渇の心配がないため NATを考慮しなくてよい

簡単な歴史

□ Mobile IPv6

- ▷ 1996.01 最初のMobile IP WGドラフト
- ▷ 2003.07 IESGによるProposed Standard化の承認
 - ▷ draft-ietf-mobileip-ipv6-24.txt

□ Network Mobility

- ▷ 2002.11 IETF Network Mobility (NEMO) WG設立
- ▷ 2003.06 最初のNEMOドラフト公開
- ▷ 2003.09 最新のNEMOドラフト公開
 - ▷ draft-ietf-nemo-basic-support-01.txt

モビリティ技術の応用場面

□ Mobile IPv6

▷ 特徴

- ▷ アドレス不変
- ▷ メディア非依存

▷ 応用

- ▷ 移動サーバ
- ▷ ストリーム受信

□ Network Mobility

▷ 特徴

- ▷ ネットワーク単位での移動

▷ 応用

- ▷ 交通機関へのネットワーク提供

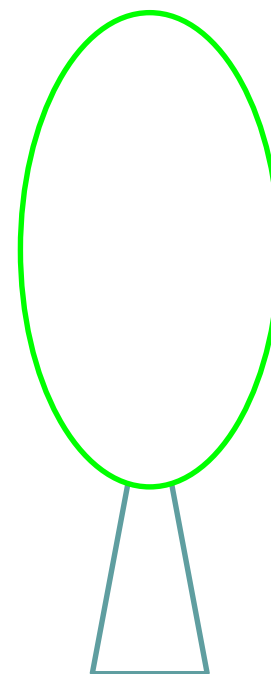
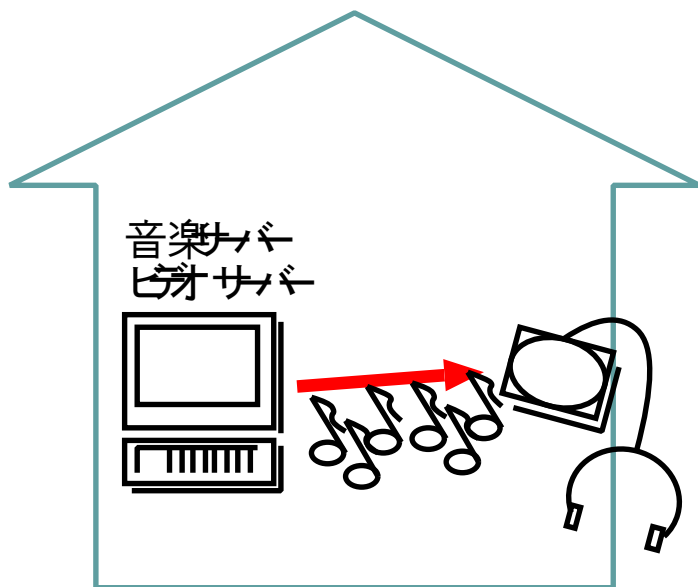
Mobile IPv6ライブカメラ

- 移動するサーバの応用例
- ビデオカメラ自体がMobile IPv6をサポートしたHTTPサーバ



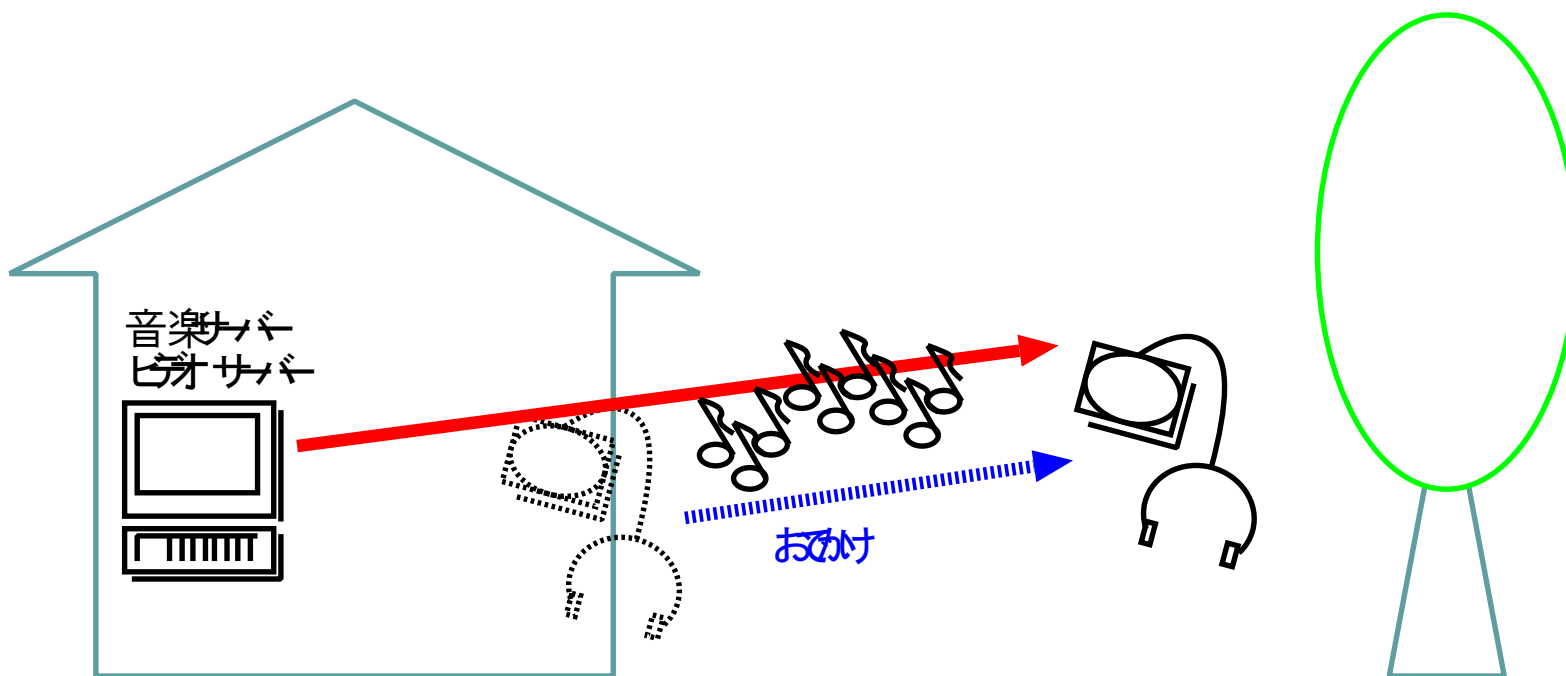
Mobile IPv6メディアプレイヤー

- ストリー ム受信への応用例
- ホー ムサー バ から映像/音楽を再生



Mobile IPv6メディアプレイヤー

- 外出しても接続を切ることなくサービスを継続



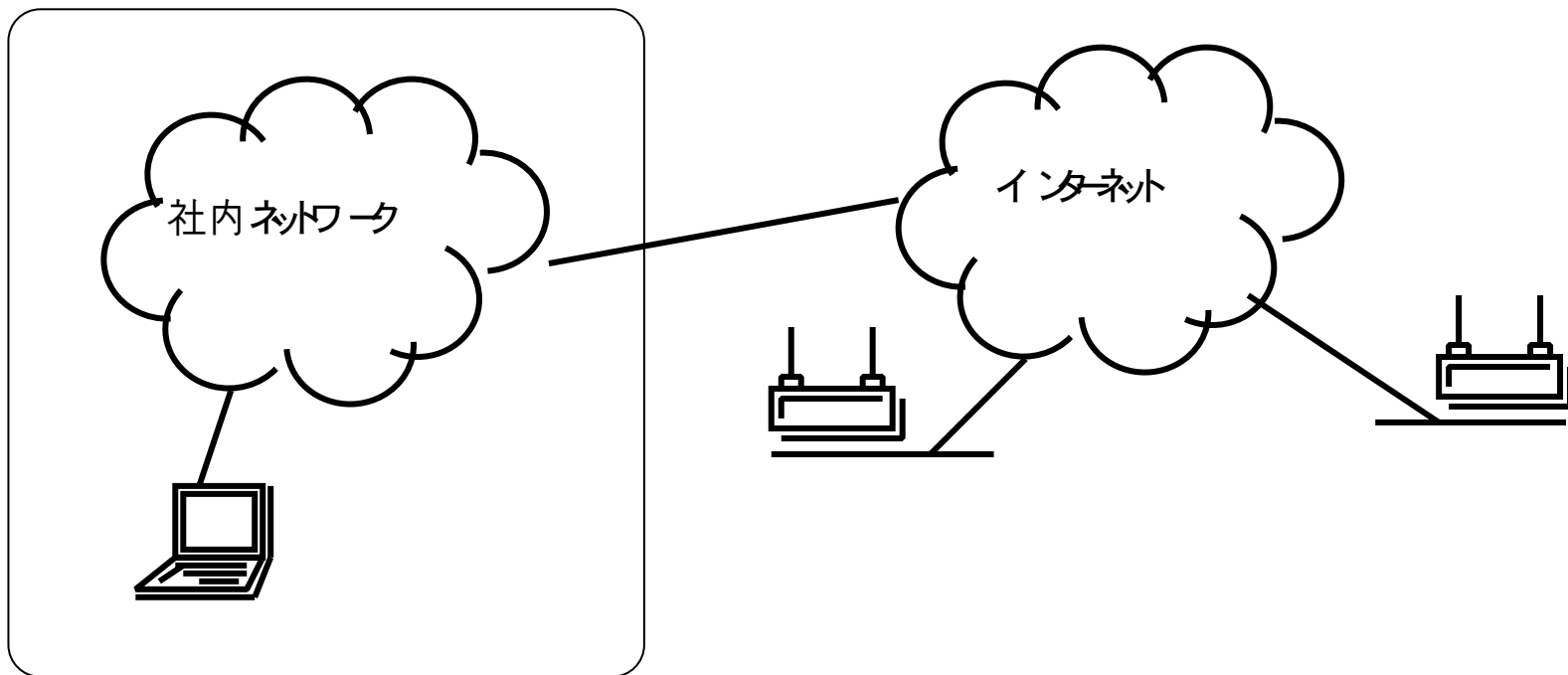
Mobile IPv6メディアプレイヤー

- Mobile IPv6をサポートしたPDAによる ストリー ム動画受信端末の例



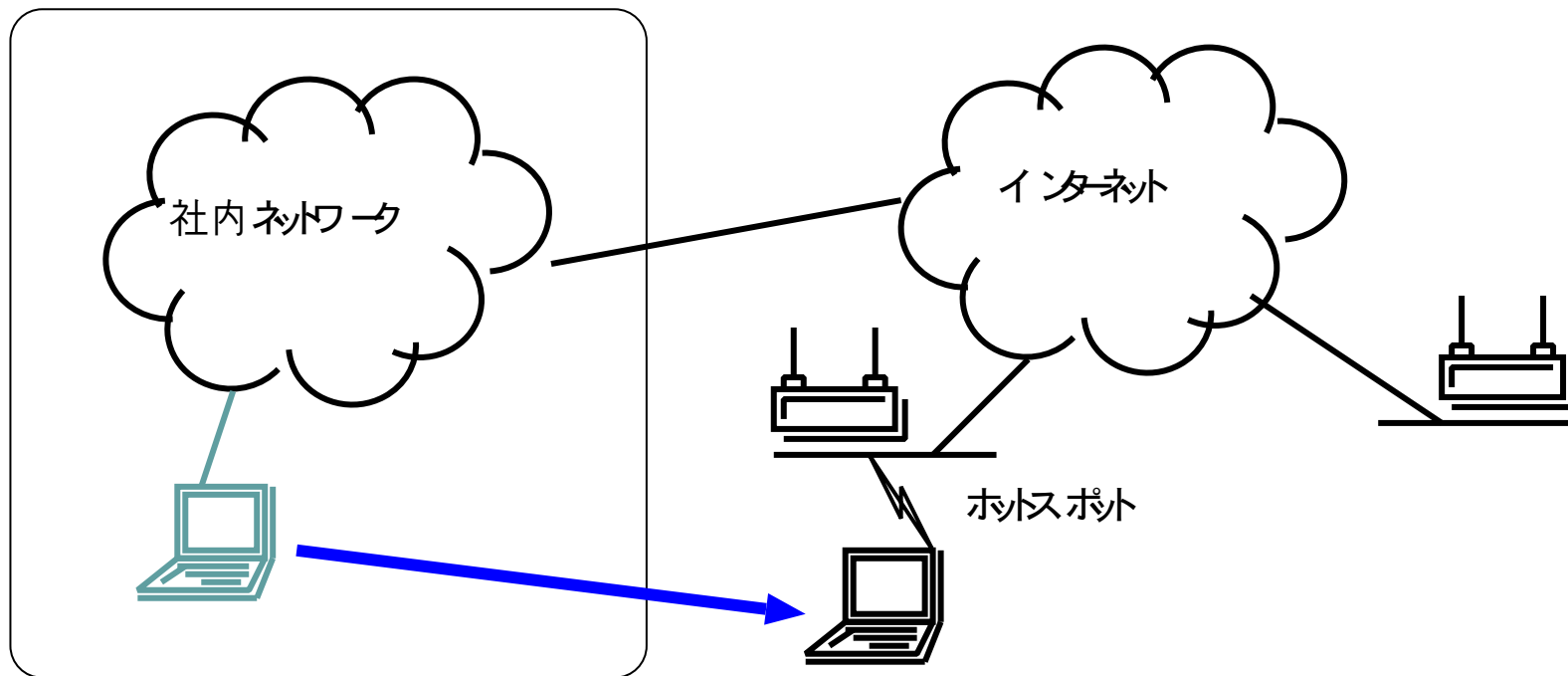
Mobile IPv6によるリモートアクセス

□インターネットの高帯域化 ユービキタス化



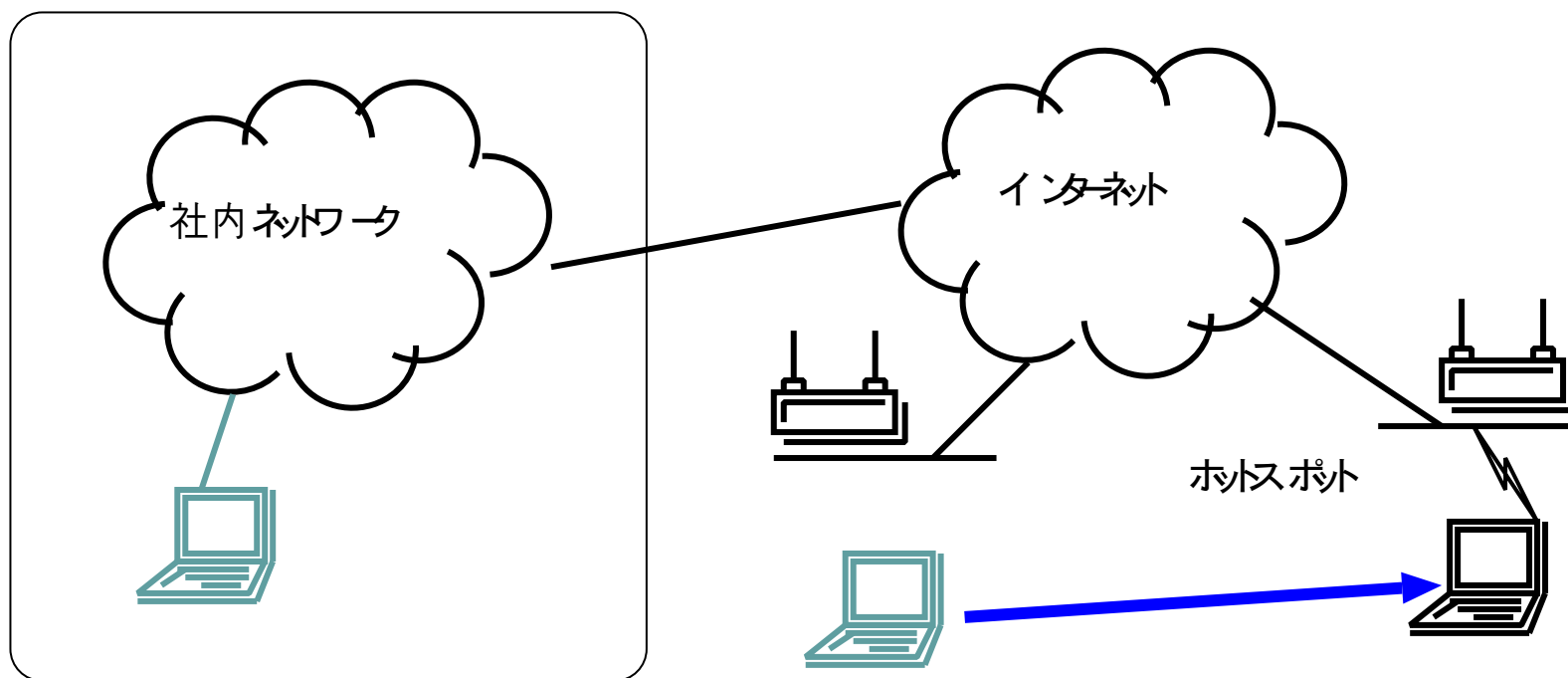
Mobile IPv6によるリモートアクセス

□ 出先で利用可能なメディアを使って接続



Mobile IPv6によるリモートアクセス

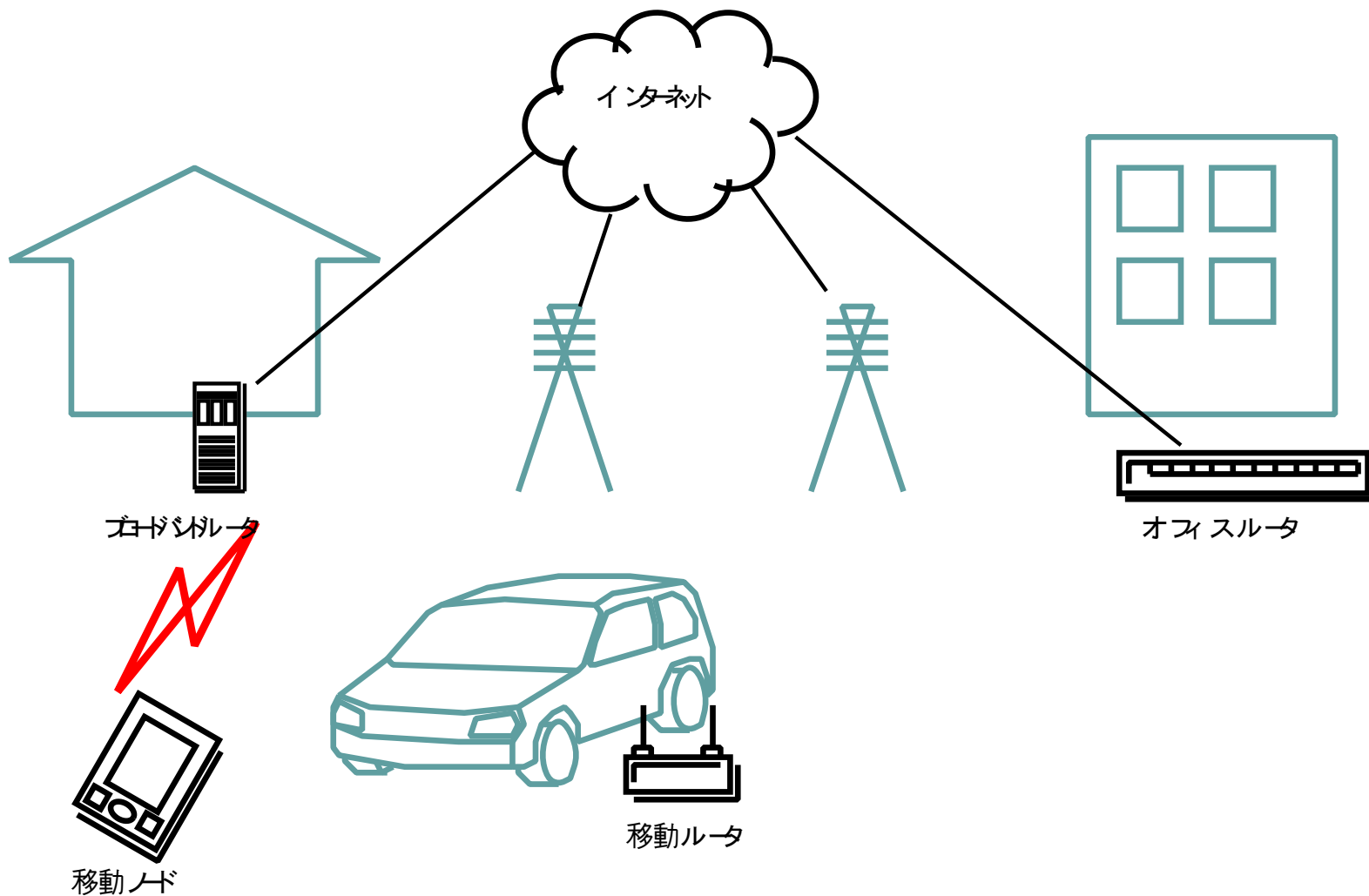
- Mobile IPv6を利用すると 社内に接続している場合と同じ環境を出先に持ち出せる



- いわゆる private VPN
- Mobile IPv6を使うことで private VPN の仕組みに加えて 移動通信機能も利用可能

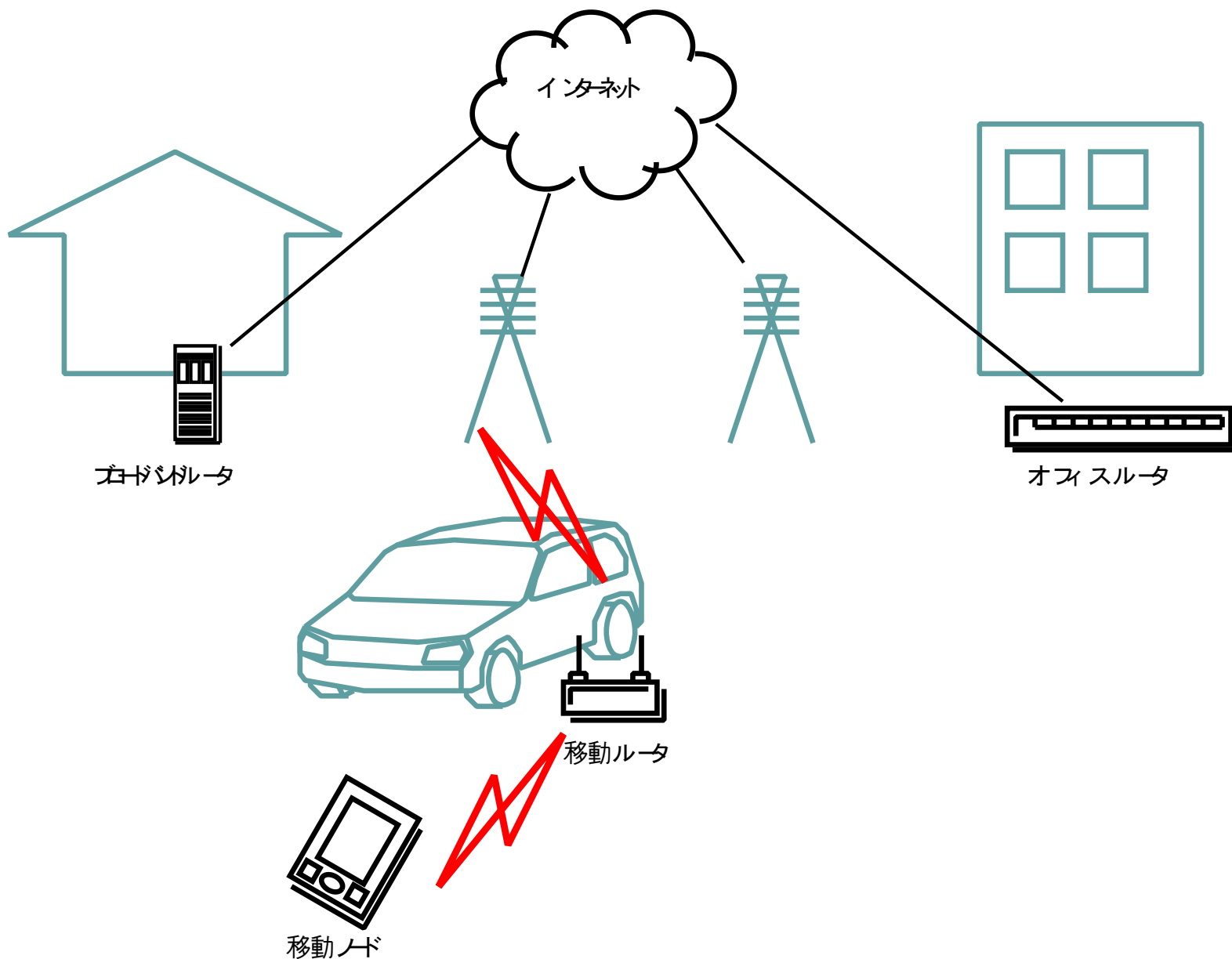
移動ネットワーク

□ 車載ネットワークへの応用



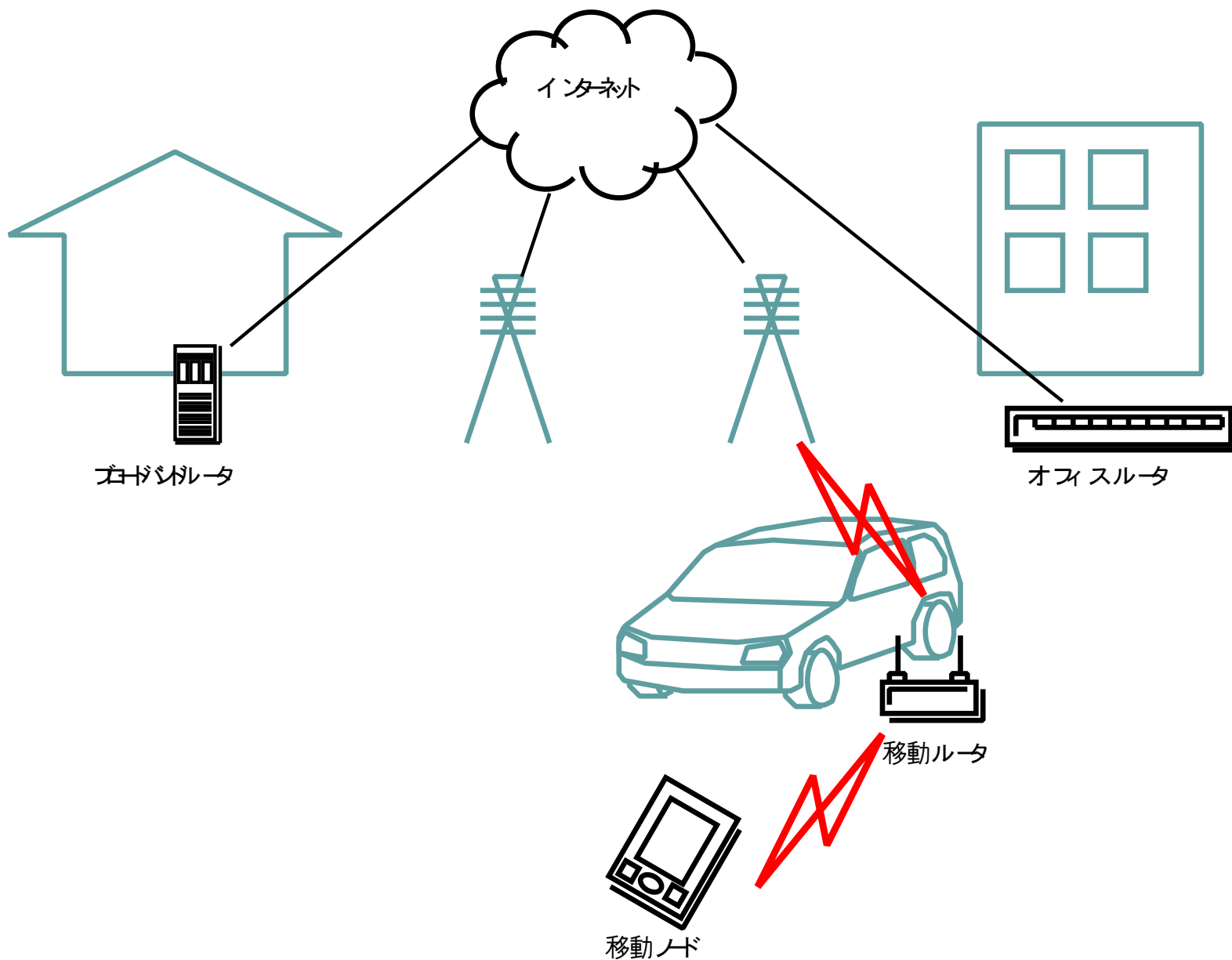
移動ネットワーク

□家庭ネットワークから車載ネットワークへ移動



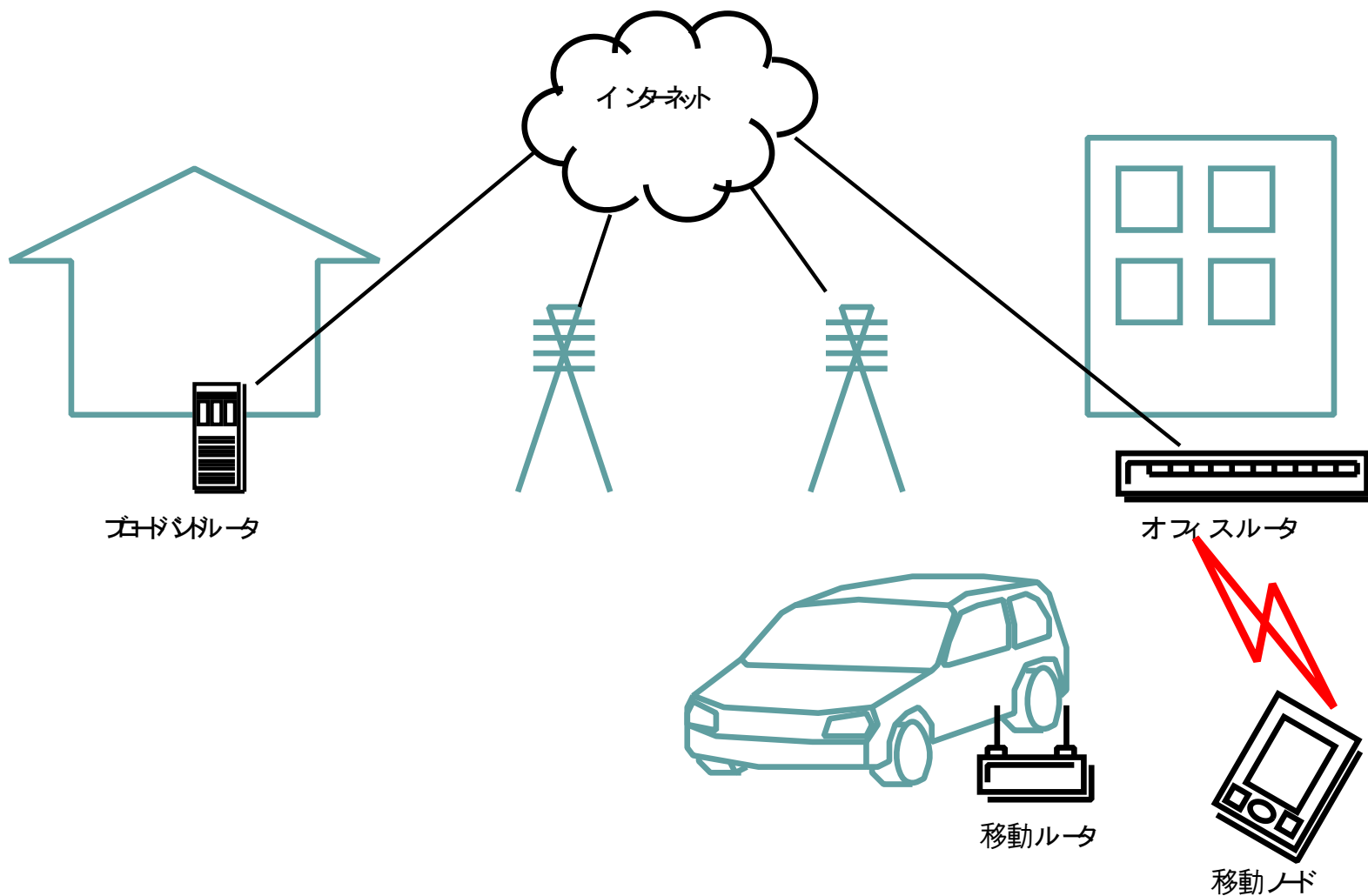
移動ネットワーク

□ 接続先を変えながら移動



移動ネットワーク

□車から降り また別のネットワークへ移動



Mobile IPv6

Mobile IPv6とは

□IPv6に移動通信機能を追加

□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

Mobile IPv6の動作概念

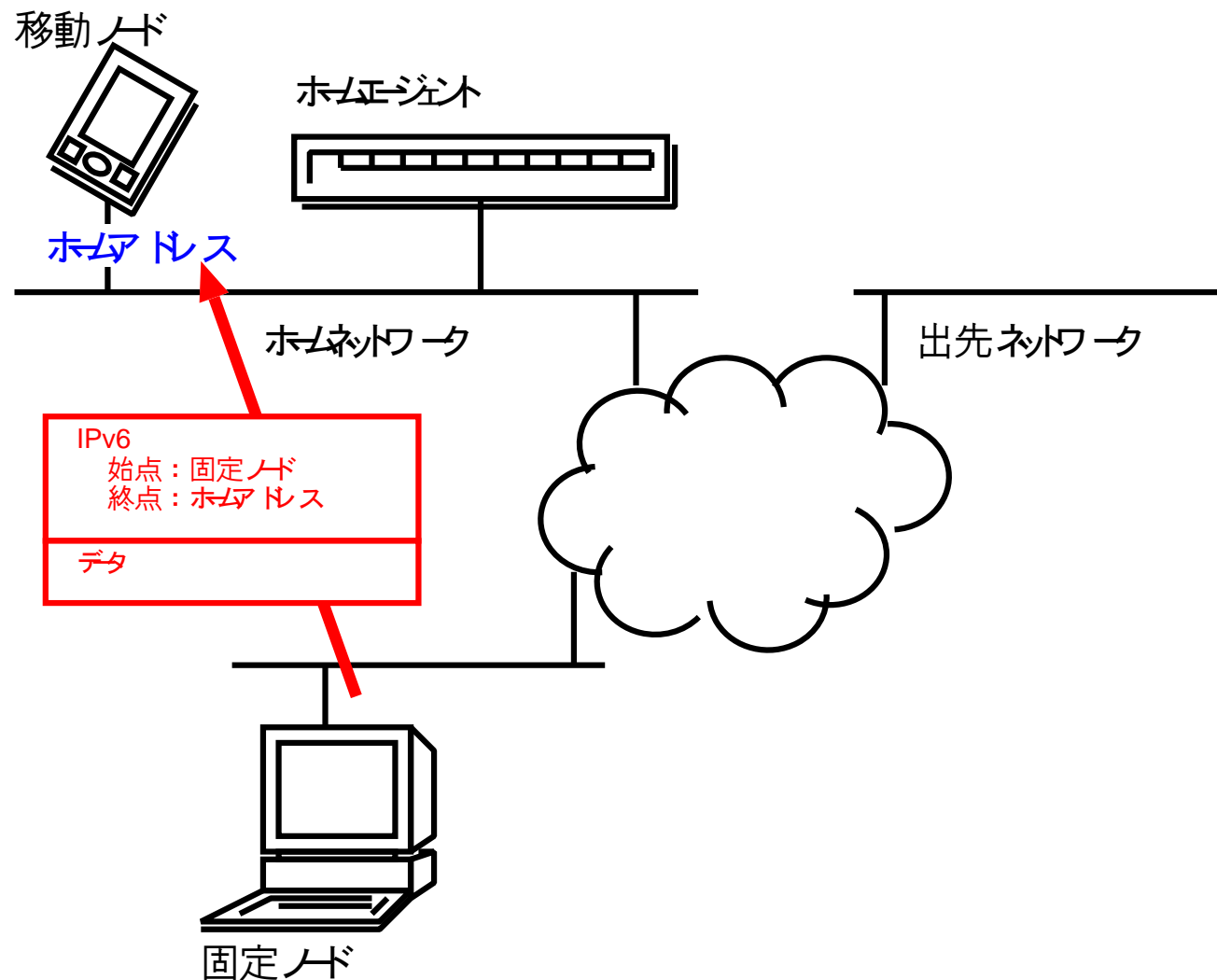
□基本

- ▷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

□さらに

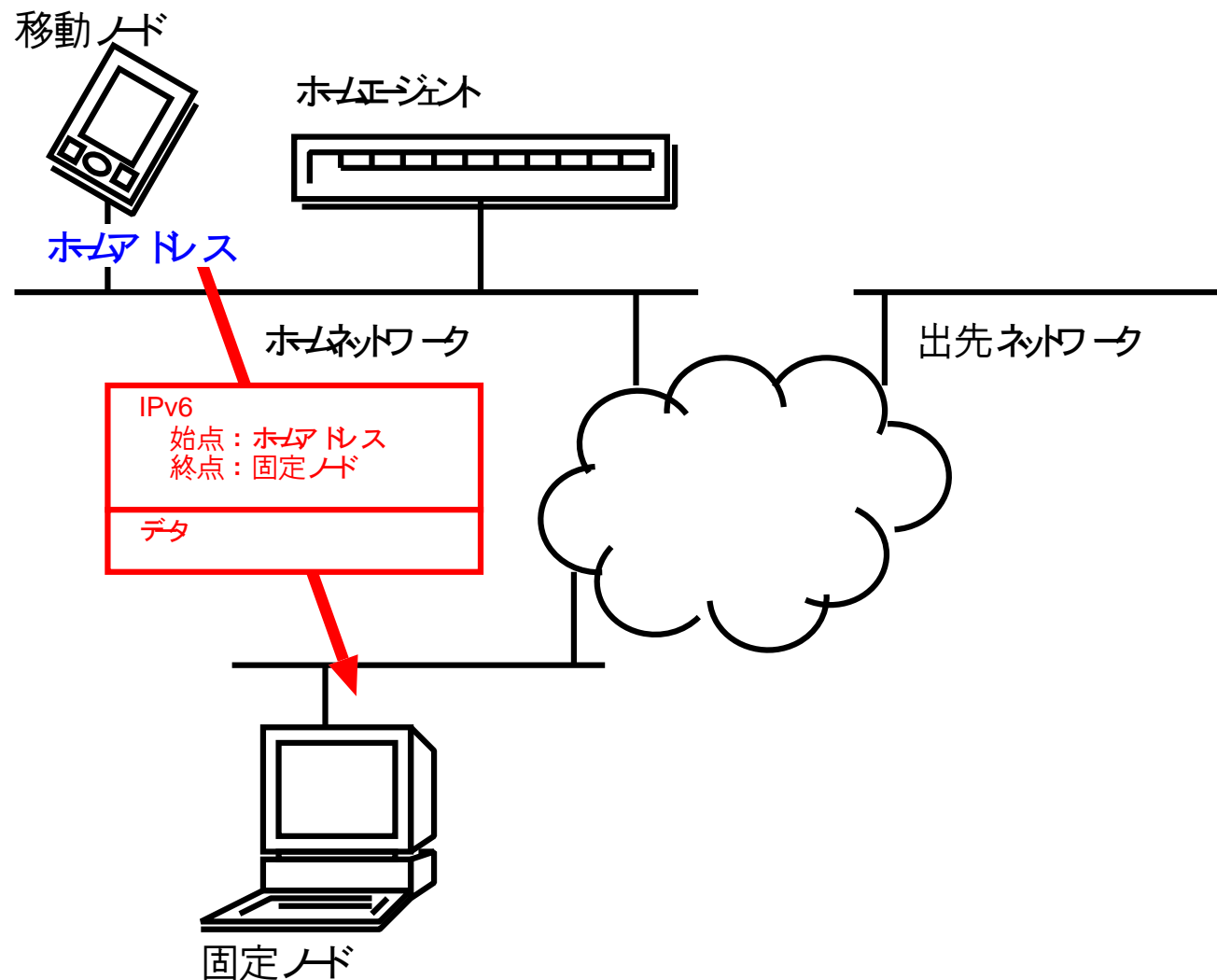
- ▷迂回通信をなくすための最適化技術

Mobile IPv6の動作



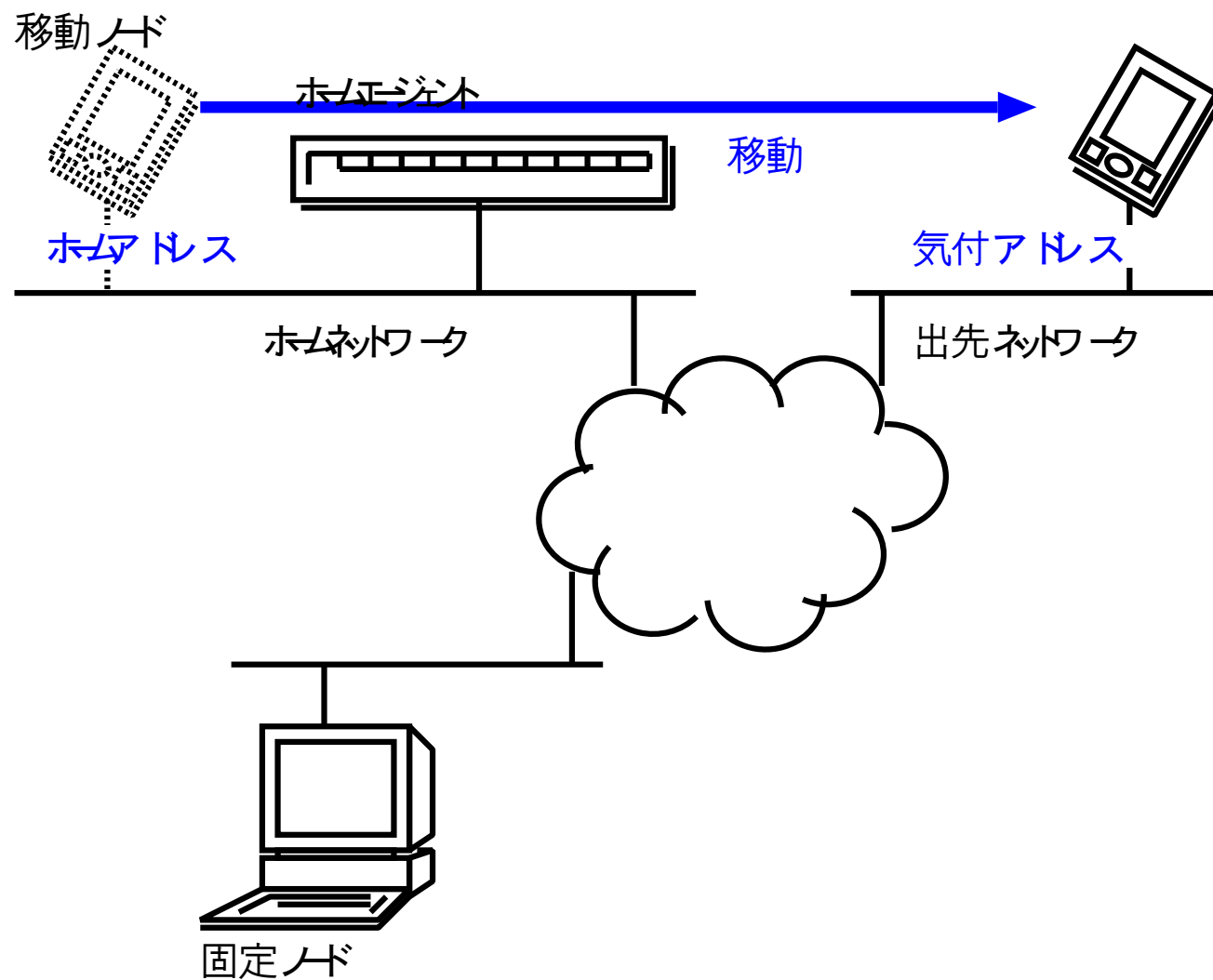
- 移動ノドは特定の固定ネットワーク(ホームネットワーク)に所属

Mobile IPv6の動作



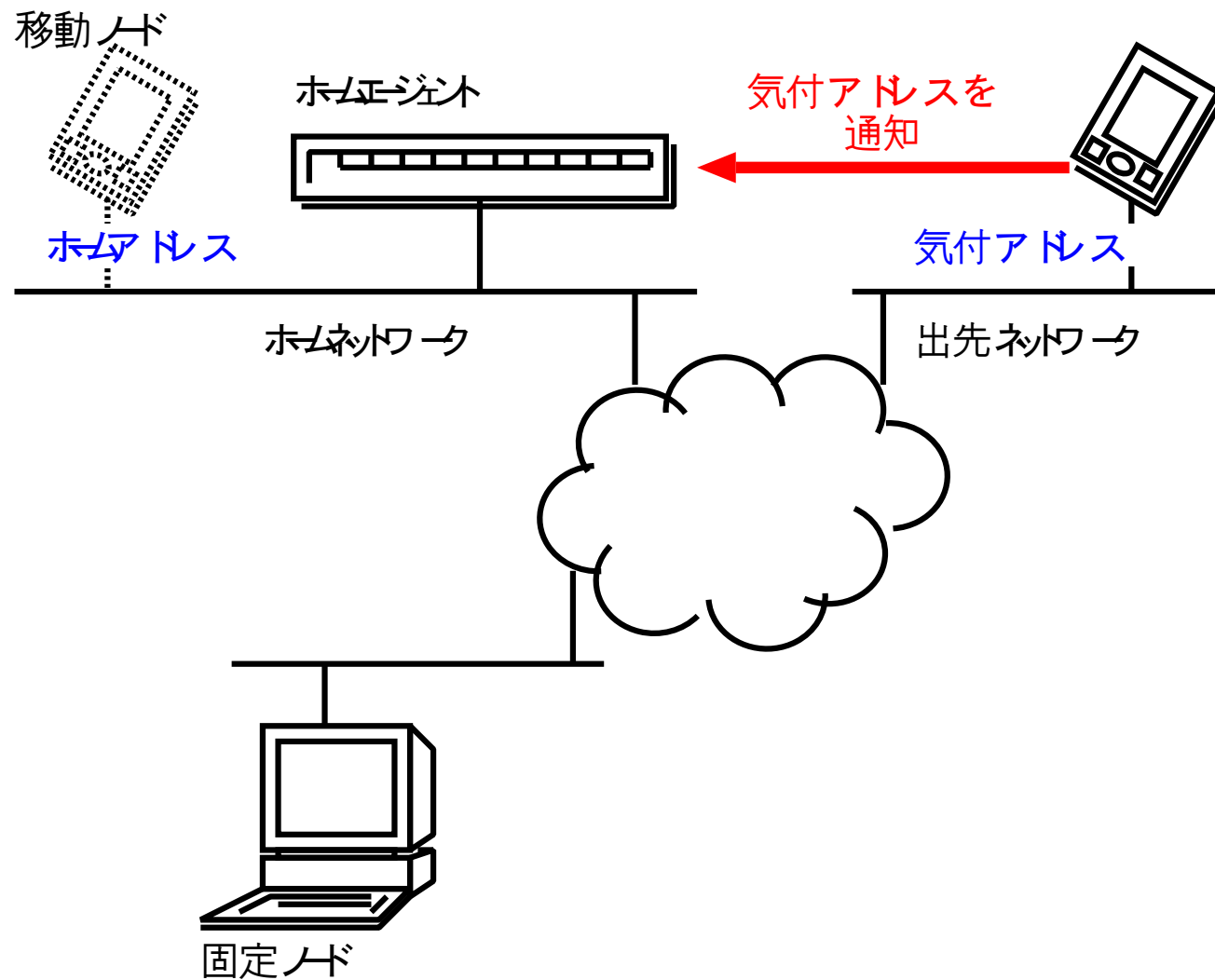
- 移動ノドがホームネットワークにいるときは 通常のIPv6ノドの通信と変わらない

Mobile IPv6の動作



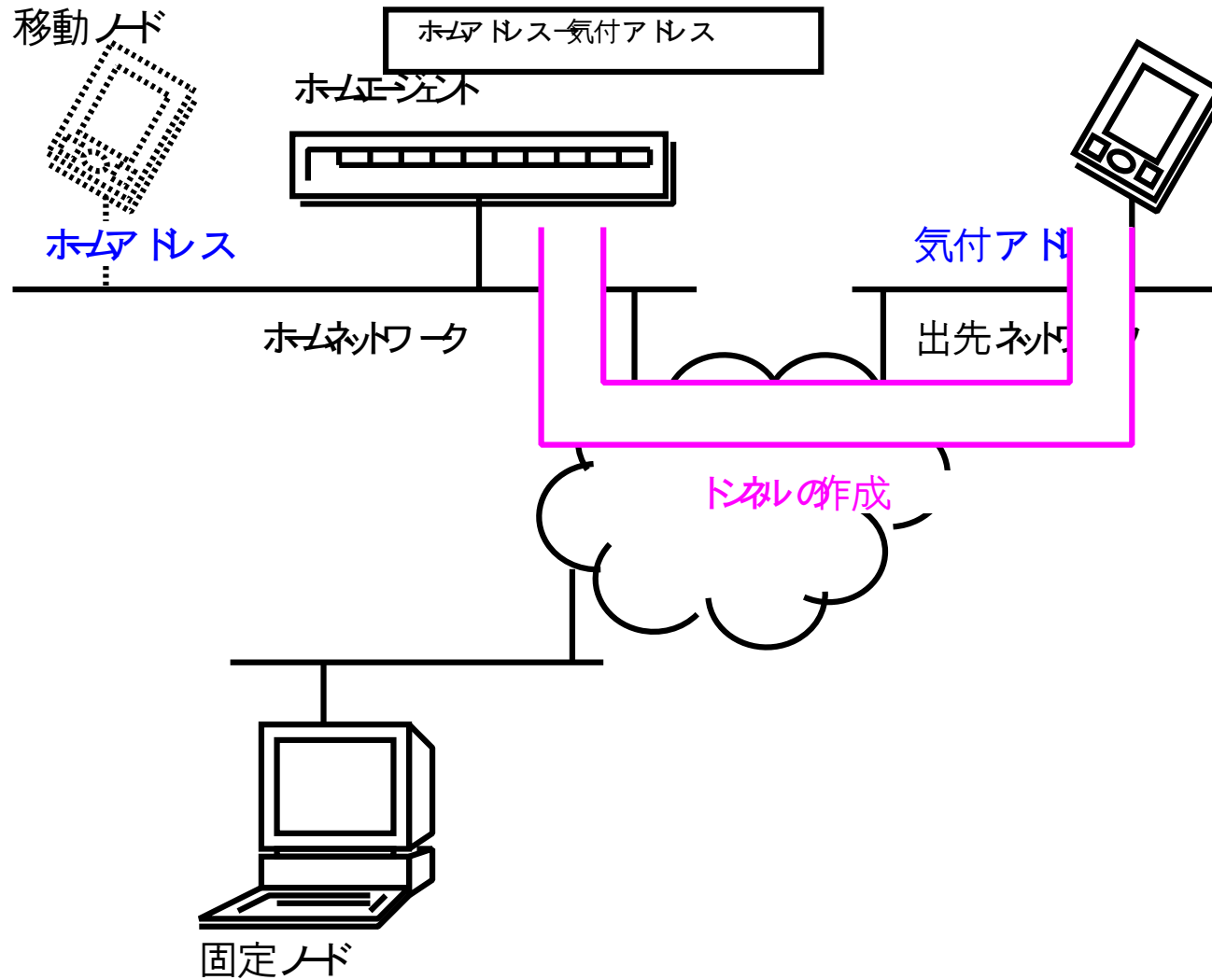
□ 移動ノドが出先ネットワークへ移動

Mobile IPv6の動作



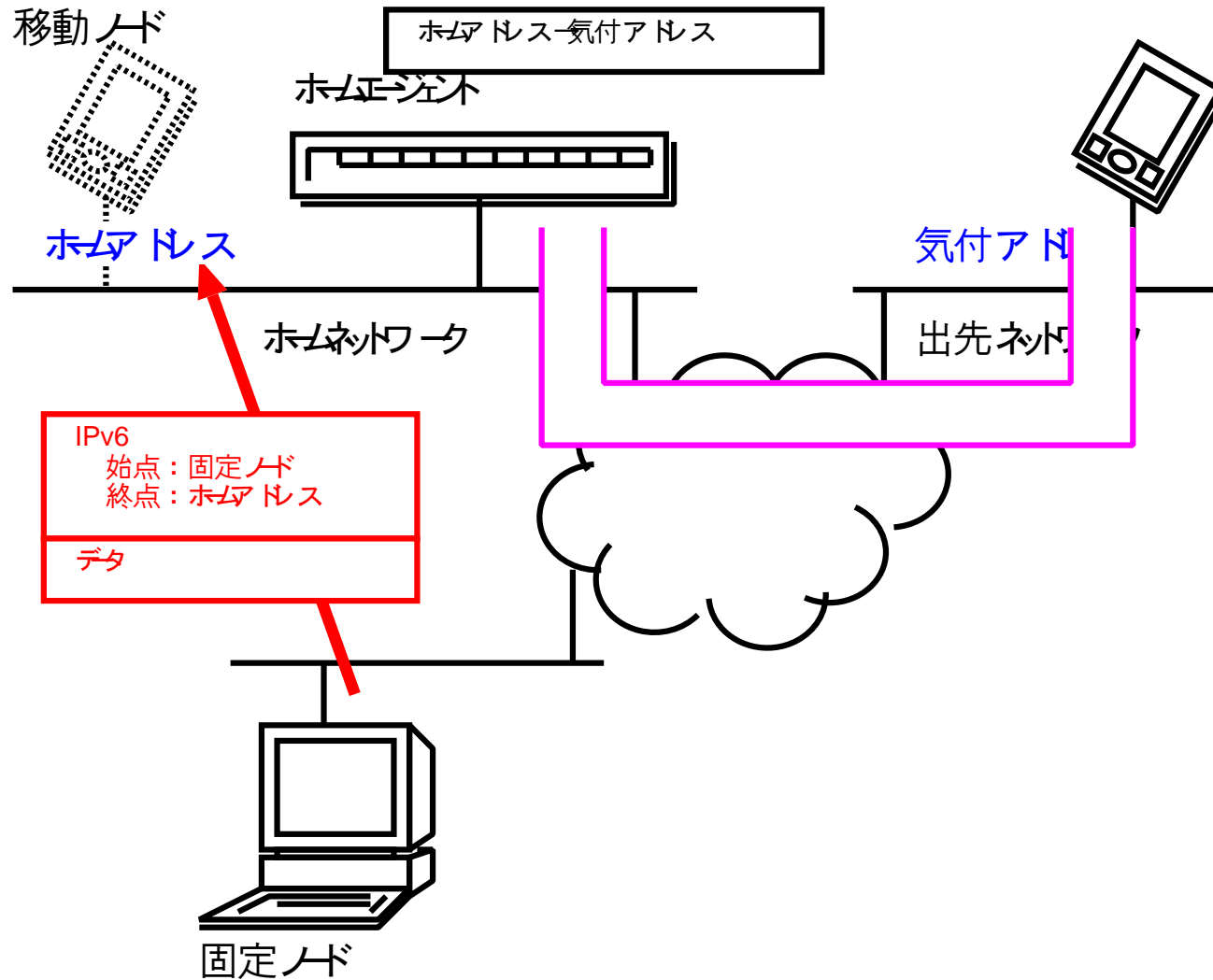
- 出先ネットワークで割り当てられたアドレスをホームエージェントに通知

Mobile IPv6の動作



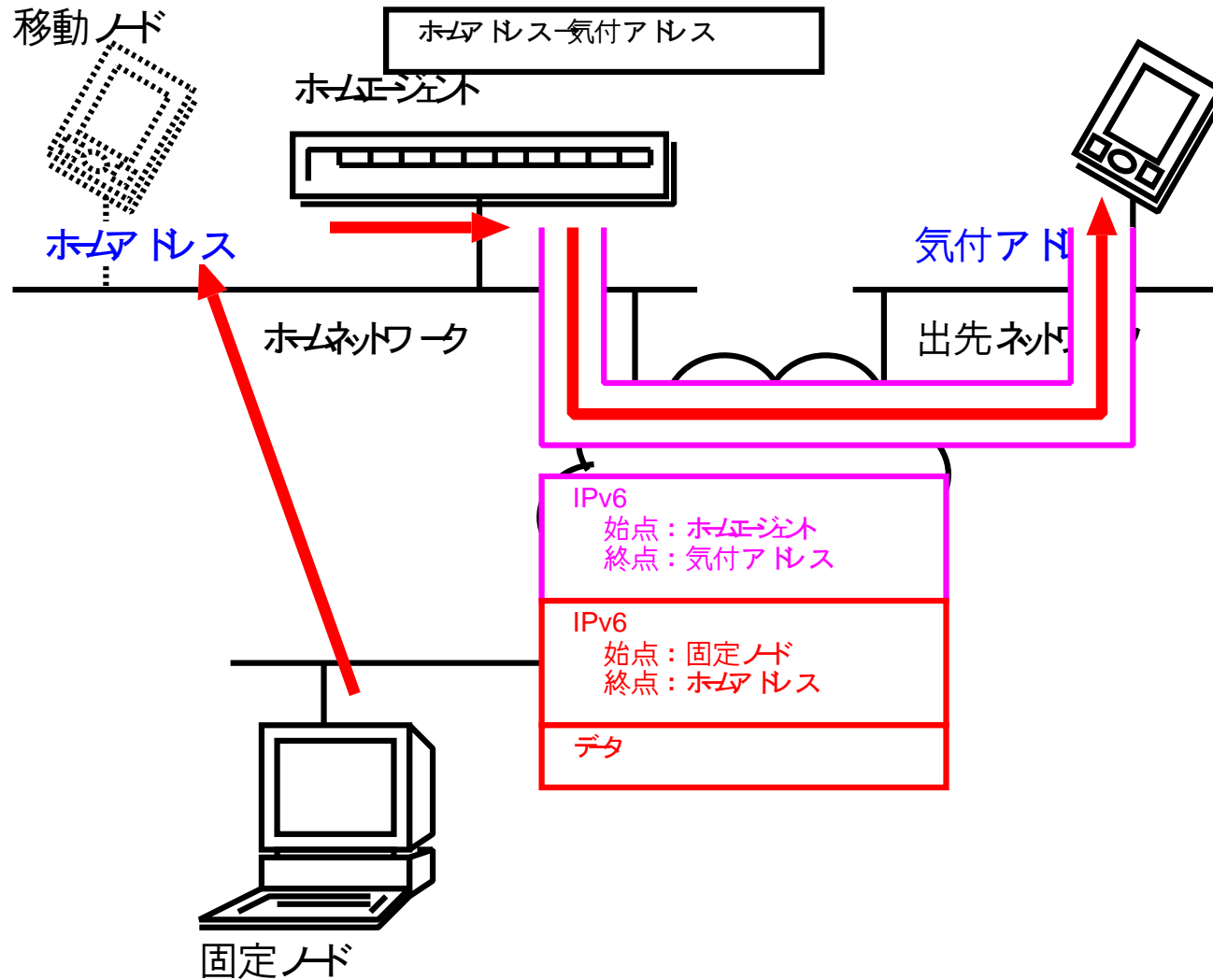
- 移動ノードとホームエージェントの間にIPv6 in IPv6トンネルを作成

Mobile IPv6の動作



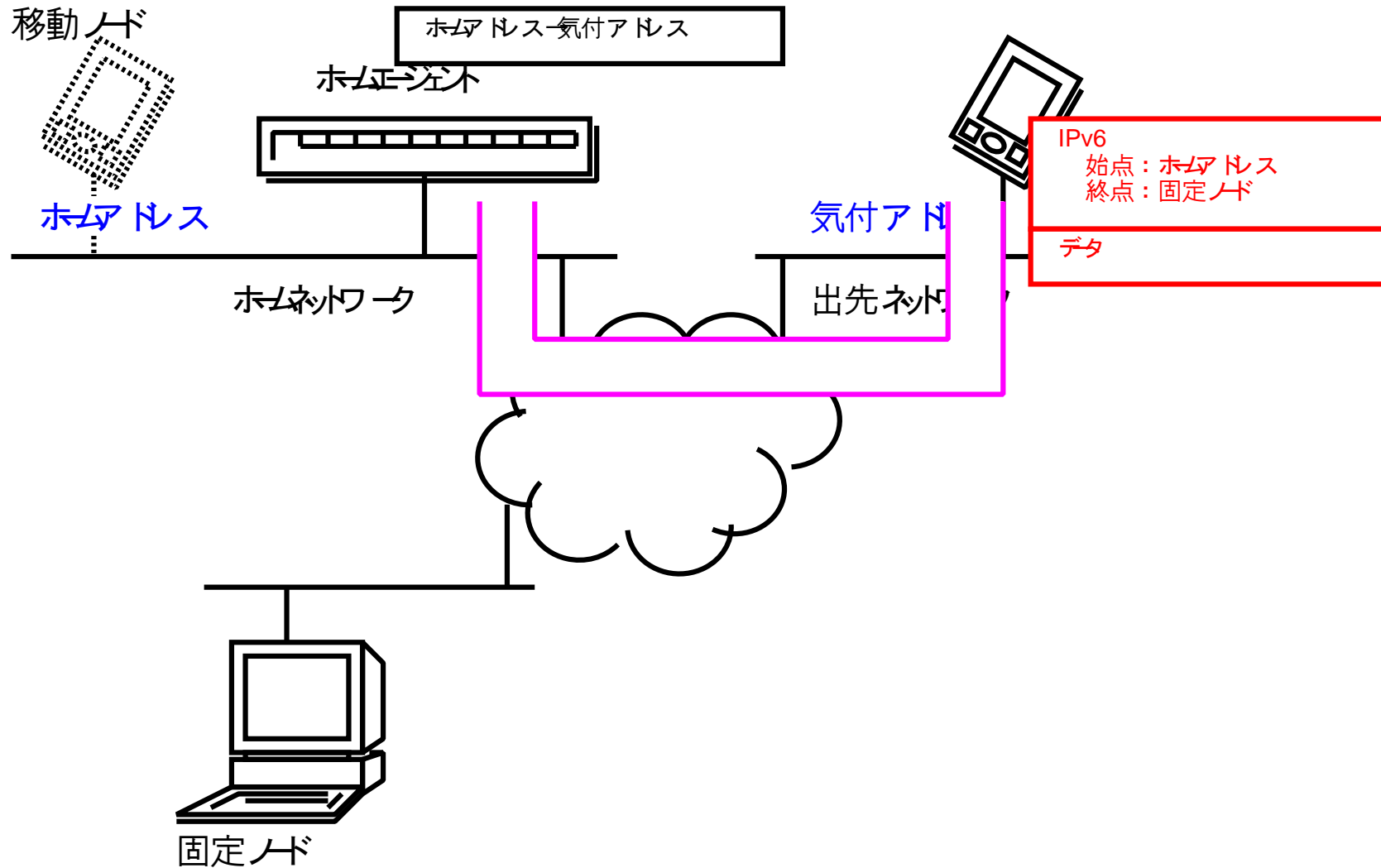
□IPv6ノドは引き続きホームアドレスへパケット送信可能

Mobile IPv6の動作



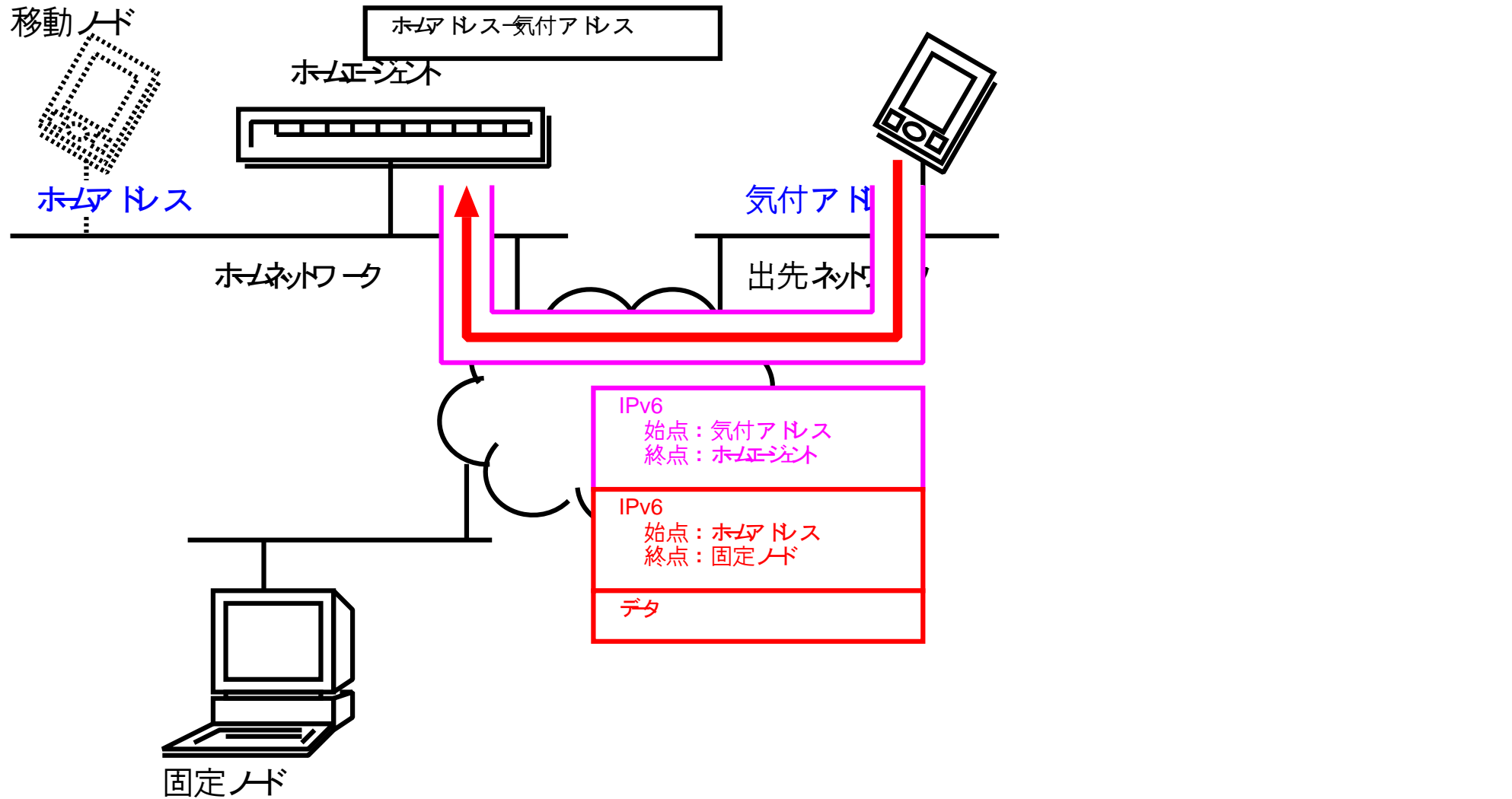
- ホームエージェントがパケットを代理受信し、移動ノドへトンネル送信

Mobile IPv6の動作



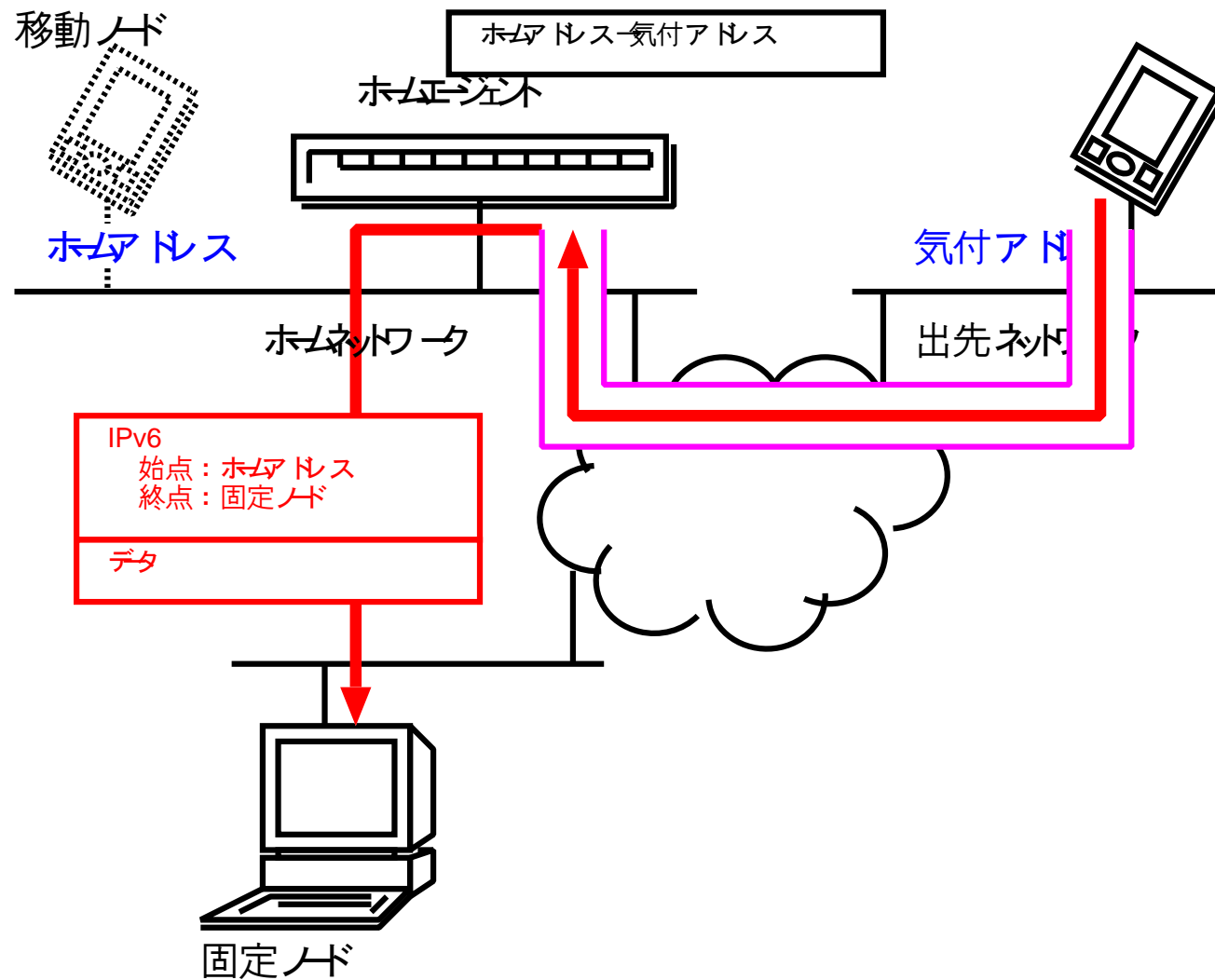
- 移動ノドは固定ノド宛てパケットの始点アドレスをホームアドレスに設定

Mobile IPv6の動作



- 移動ノドから固定ノド宛てパケットは一旦ホームエージェントへトンネル送信

Mobile IPv6の動作

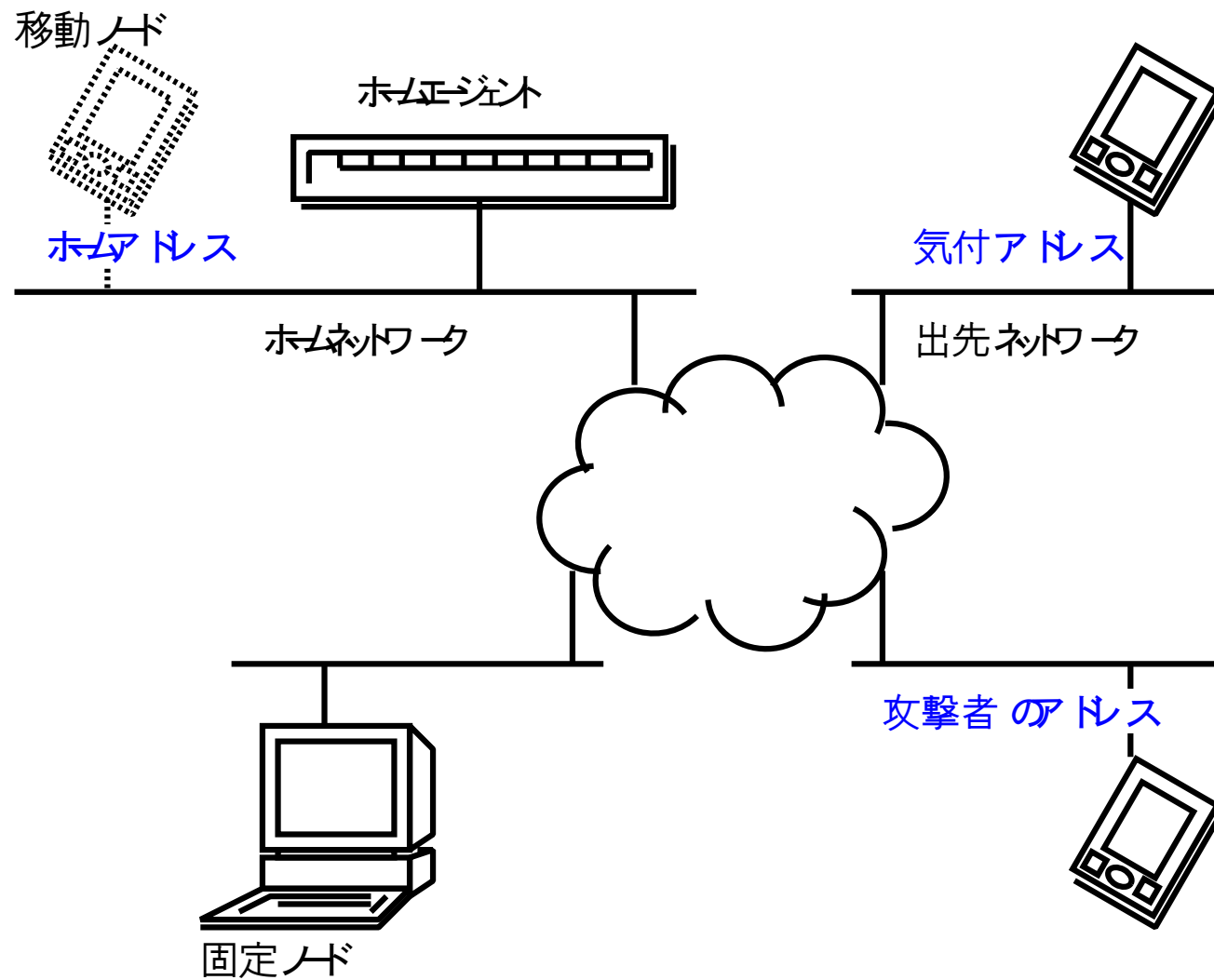


□ ホームエージェントがパケットを転送

Mobile IPv6とセキュリティ

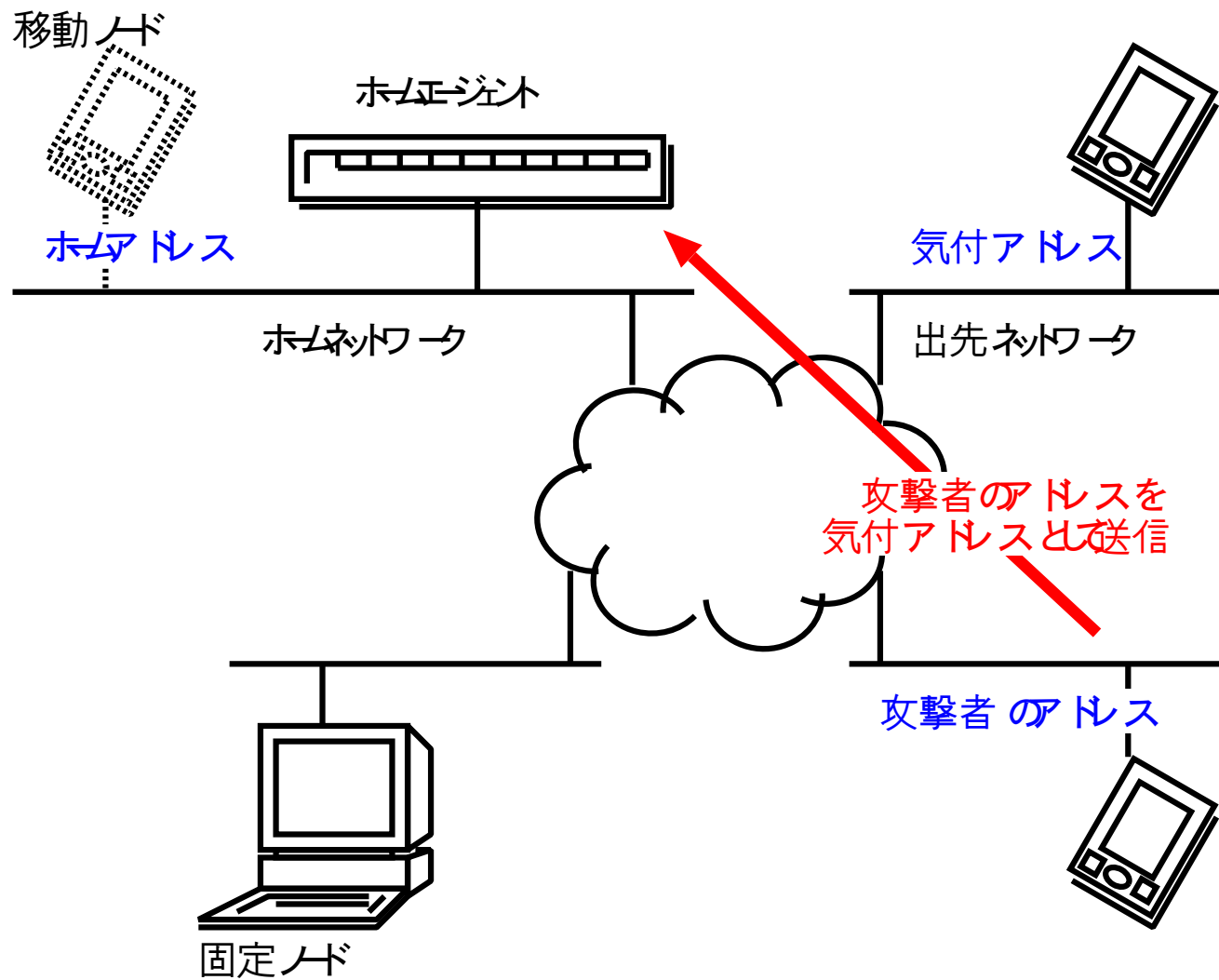
- 気付アドレスの通知(対応付け更新)は強力な機能
 - ▷ 移動モード宛てのパケットを任意のモードに転送できる

Mobile IPv6とセキュリティ



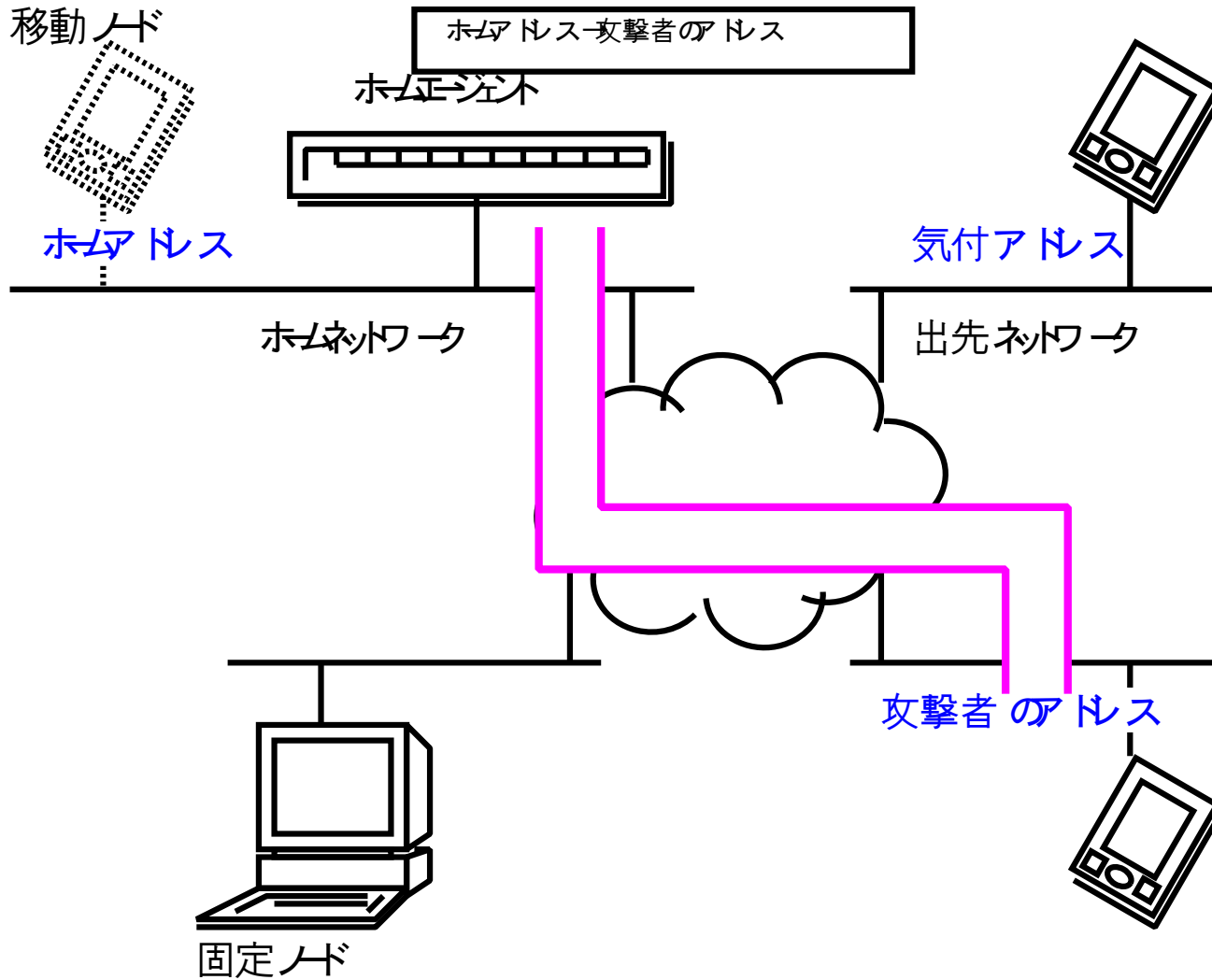
□ 移動ノードが外出もしくは起動していない場合

Mobile IPv6とセキュリティ



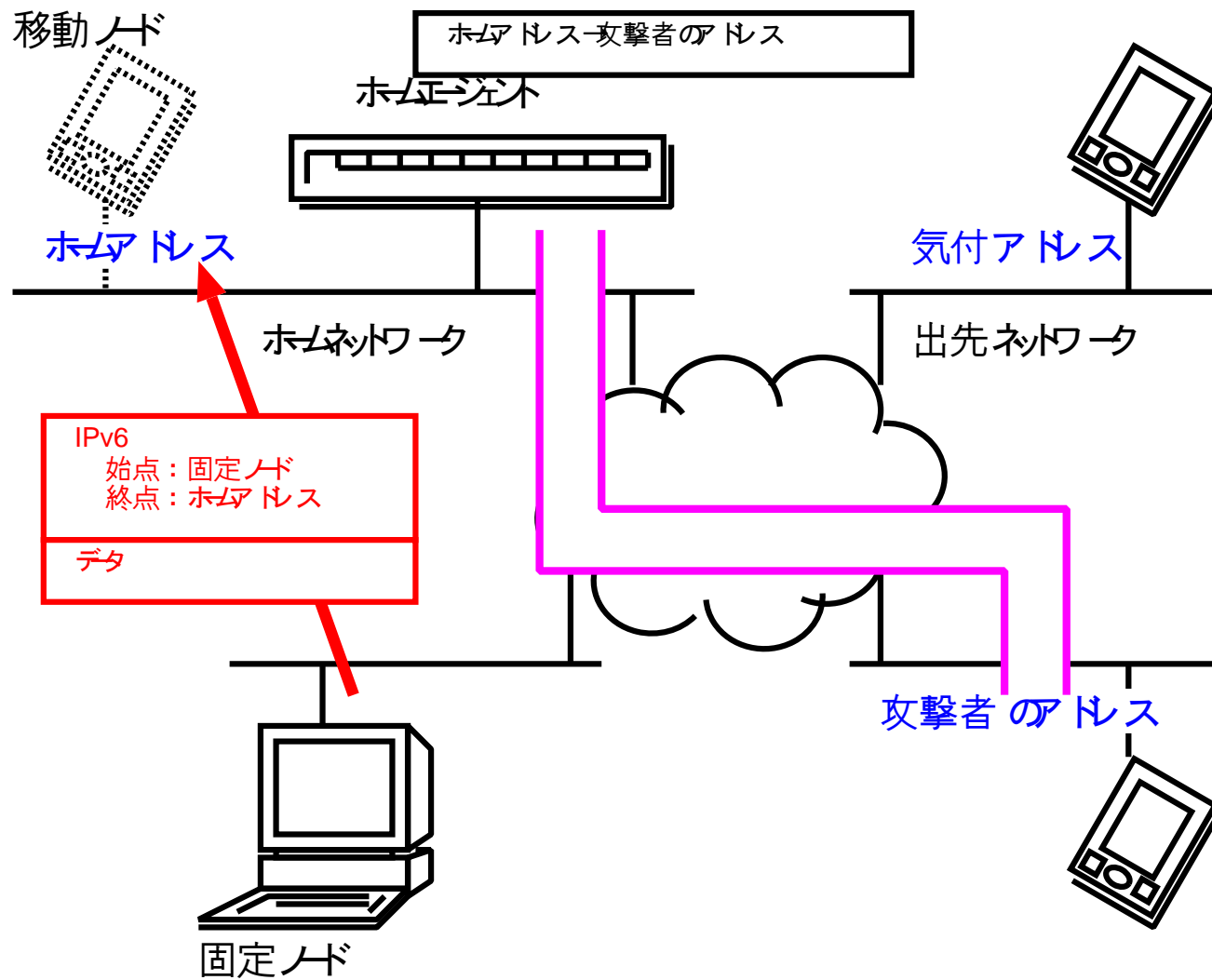
- 攻撃者は 自分のアドレスと横取りしたいホームアドレスとを対応付ける

Mobile IPv6とセキュリティ



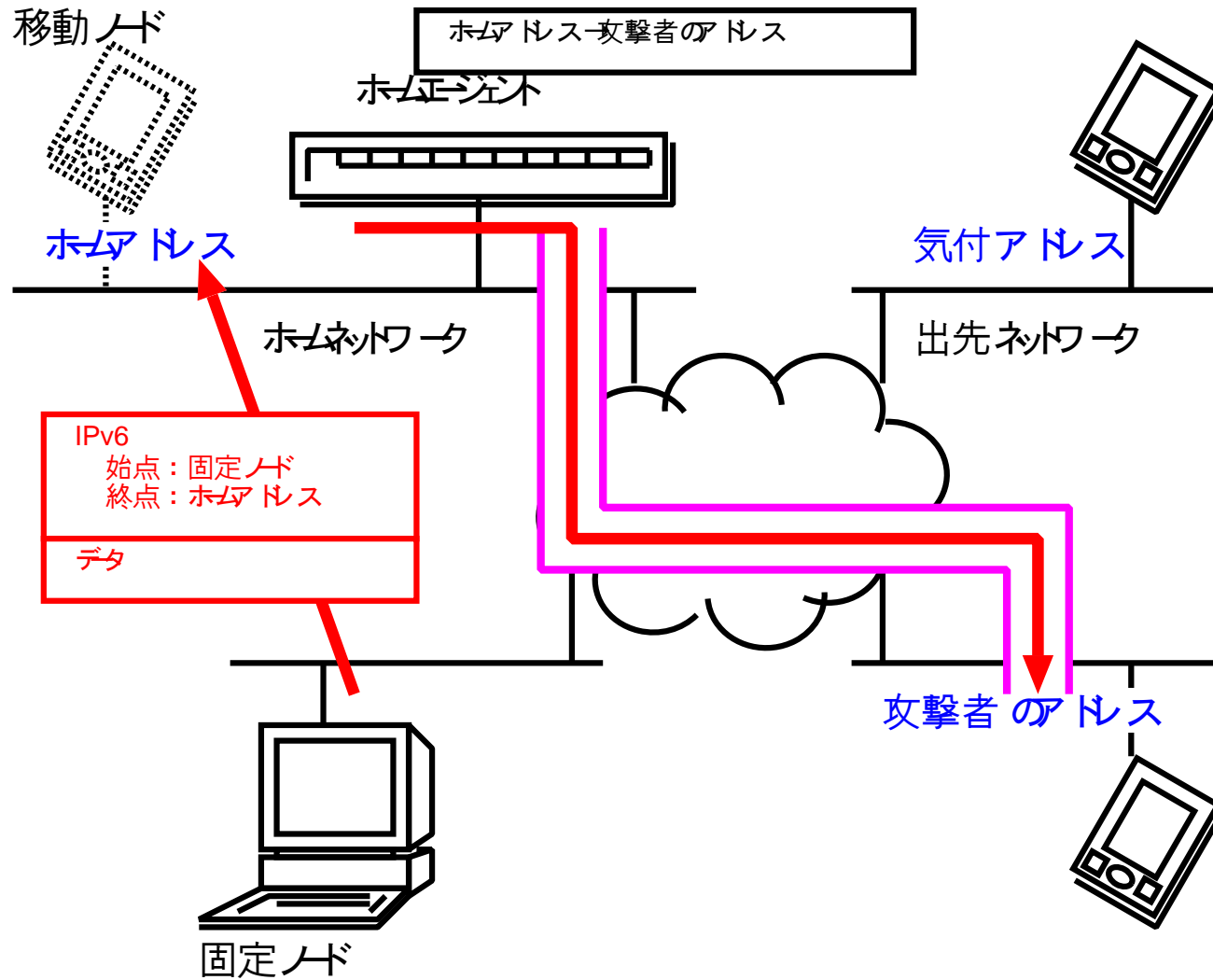
- 攻撃者は 自分のアドレスと横取りしたいホームアドレスとを対応付ける

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



□すべてのパッケージが攻撃者に転送される

Mobile IPv6とセキュリティ

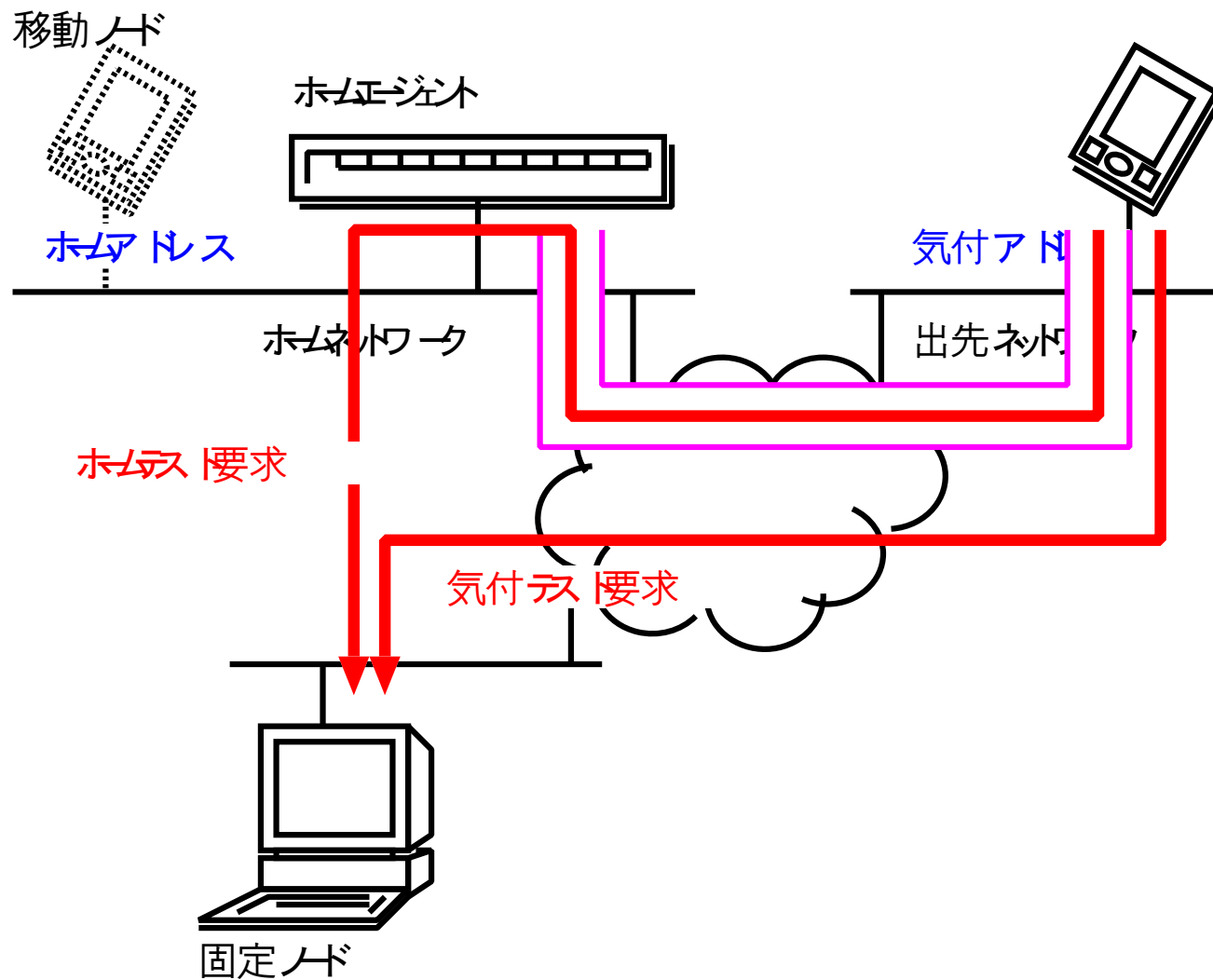
- IPセキュリティを用いた保護が必須

- 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

Mobile IPv6通信の最適化

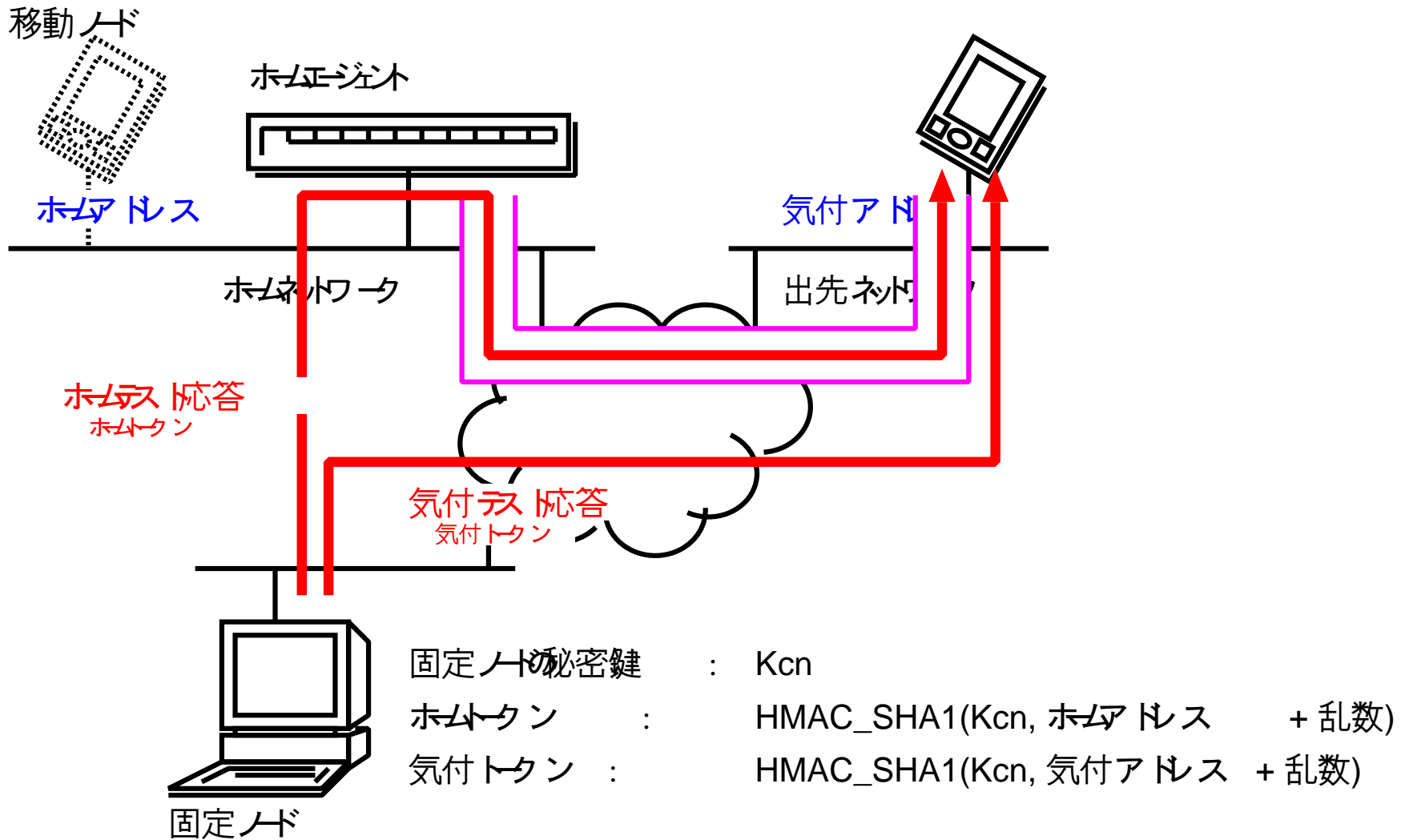
- 移動ノードと固定ノードとの通信は必ずホームエージェントを経由する
- 可能ならば直接通信したい
 - ▷ 固定ノードと移動ノードの気付アドレス間で直接送信
- 対応付け更新(気付アドレスの通知)のセキュリティ
 - ▷ 任意の固定ノードとの間でIPセキュリティを使うのは困難
 - ▷ (IPセキュリティより弱い)が実現可能な共有鍵生成の仕組み

往復経路確認



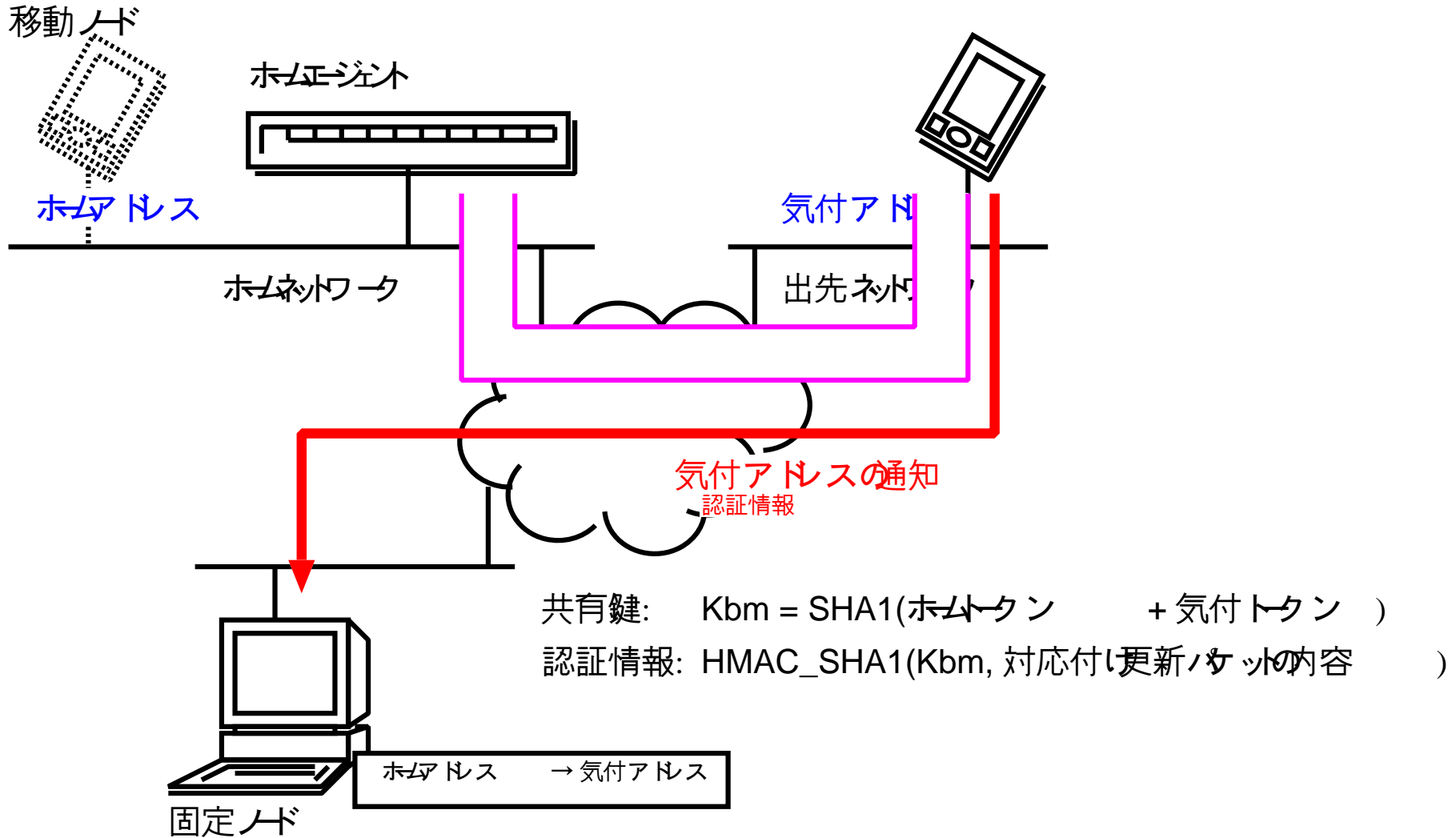
□ 移動ノドから固定ノドへ、共有鍵生成開始の通知

往復経路確認



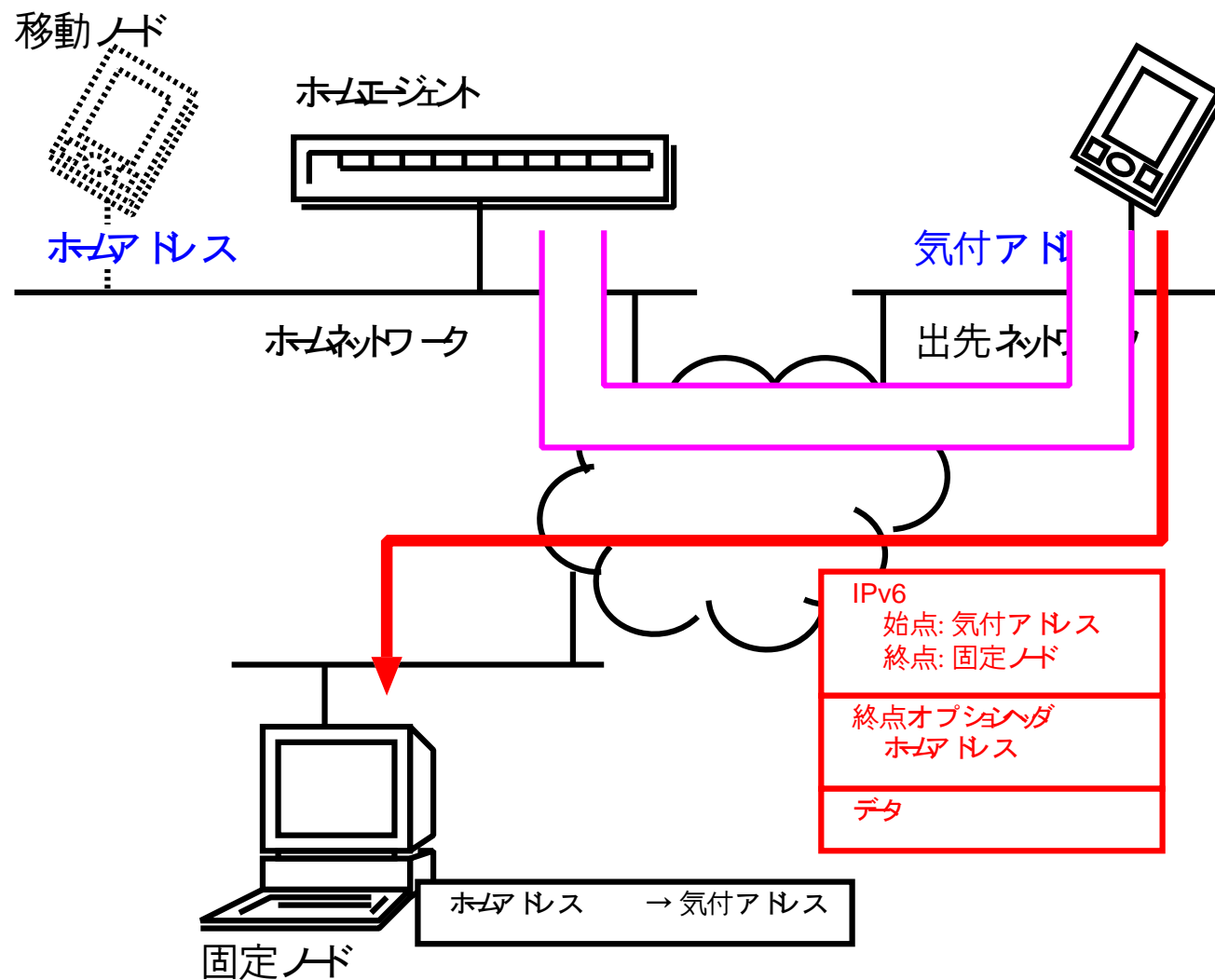
□ 固定ノドから、トークンの返送

往復経路確認



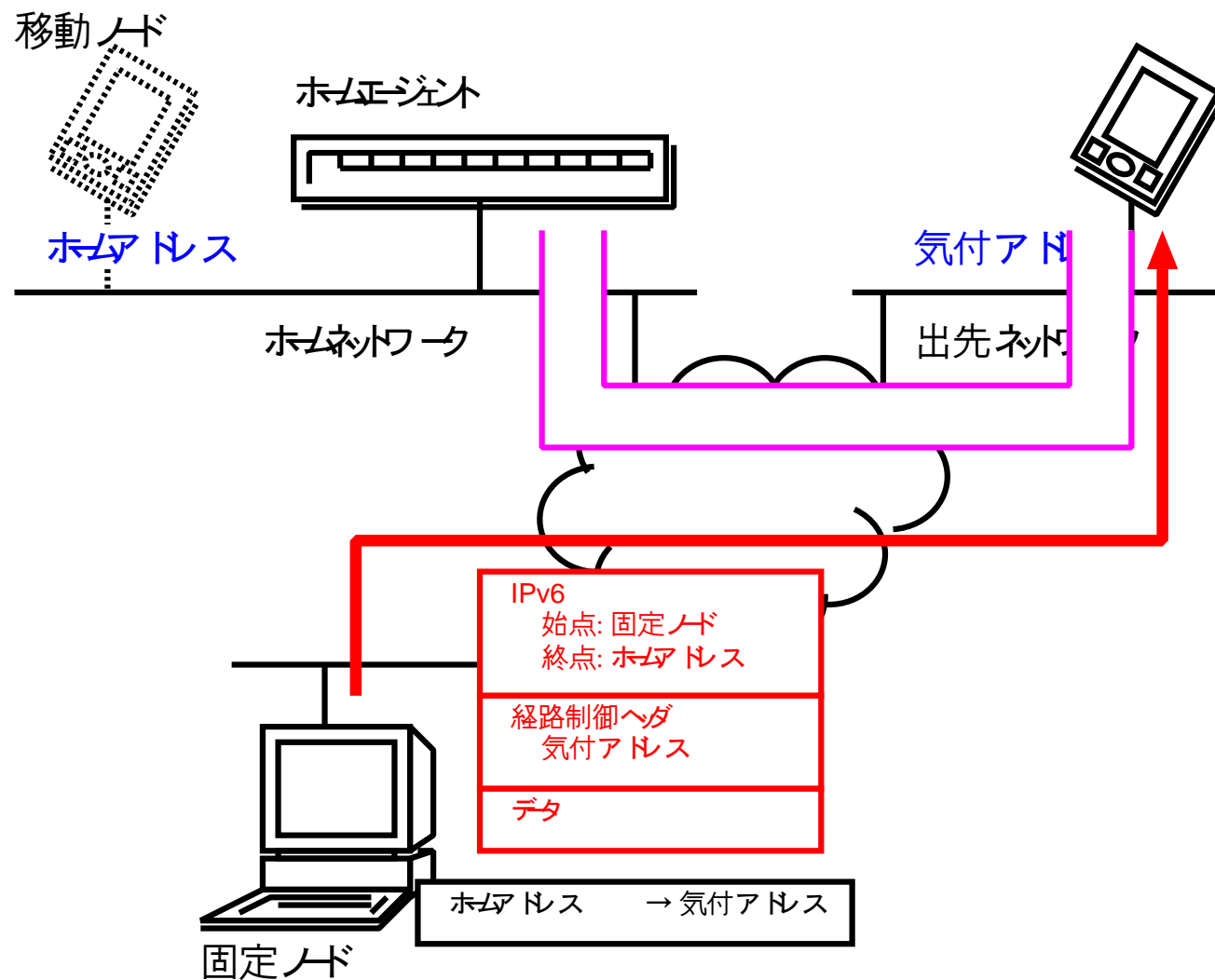
- 移動ノードはトークンを使って共有鍵を生成し 対応付け情報を送信

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 移動ノドに直接送信

IETFの動き

- 2003年3月にMobile IP WGの分割が提案される
- 2003年7月、3つのBoFを開催
 - ▷ MIP4 BoF
 - ▷ Mobile IPv4関連の仕様策定および普及推進
 - ▷ MIP6 BoF
 - ▷ Mobile IPv6関連の仕様策定
 - ▷ MIPSHP BOF
 - ▷ 最適化技術関連の仕様策定
 - ▷ 高速ハンドオーバー
 - ▷ 階層Mobile IP
- (関連) DNA BoF
 - ▷ Detecting Network Attachment

Mobile IPv6標準化動向

□ IESGによるProposed Standard化の承認

- ▷ draft-ietf-mobileip-ipv6
- ▷ draft-ietf-mobileip-mipv6-ha-ipsec

□ 次回IETFでの議題

- ▷ Mobile IPv6 MIB
 - ▷ draft-ietf-mip6-mipv6-mib
- ▷ 遠隔テスト環境
 - ▷ draft-knivetton-mipv6-remote-testing
- ▷ ホームエージェント多重化
 - ▷ draft-wakikawa-mip6-nemo-haha
- ▷ Socket API
 - ▷ draft-chakrabarti-mobileip-mipext-advapi
- ▷ 経路最適化条件
 - ▷ draft-shima-mip6-rohints
- ▷ マルチホーム

Network Mobility

Network Mobilityとは

- IPv6ルータに移動通信機能を追加
- 基本的な技術と特徴はMobile IPv6と同じ

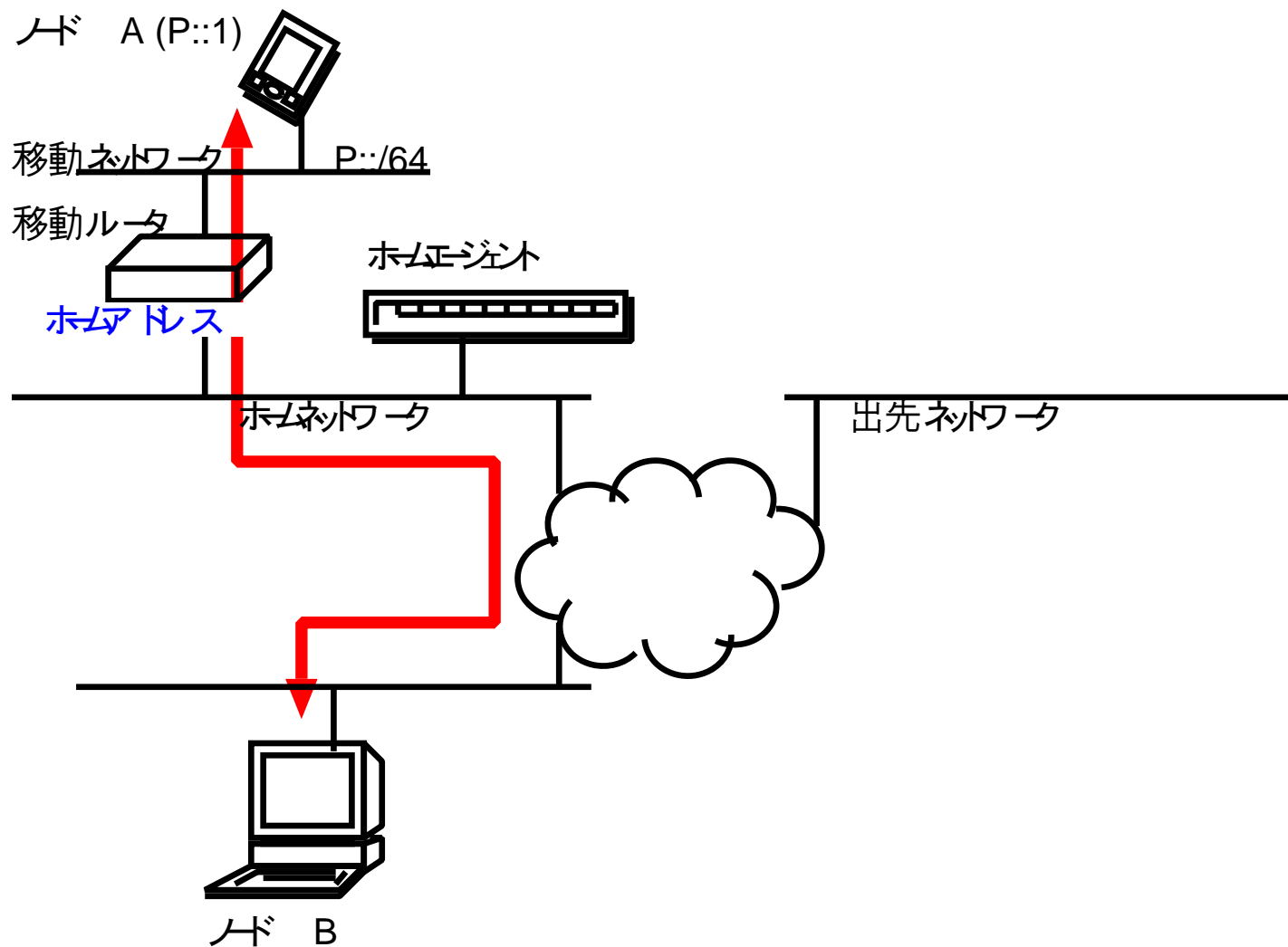
- 移動ネットワークに接続できるモード
 - ▷固定モード
 - ▷Mobile IPv6による移動モード

Network Mobilityの動作概念

□基本

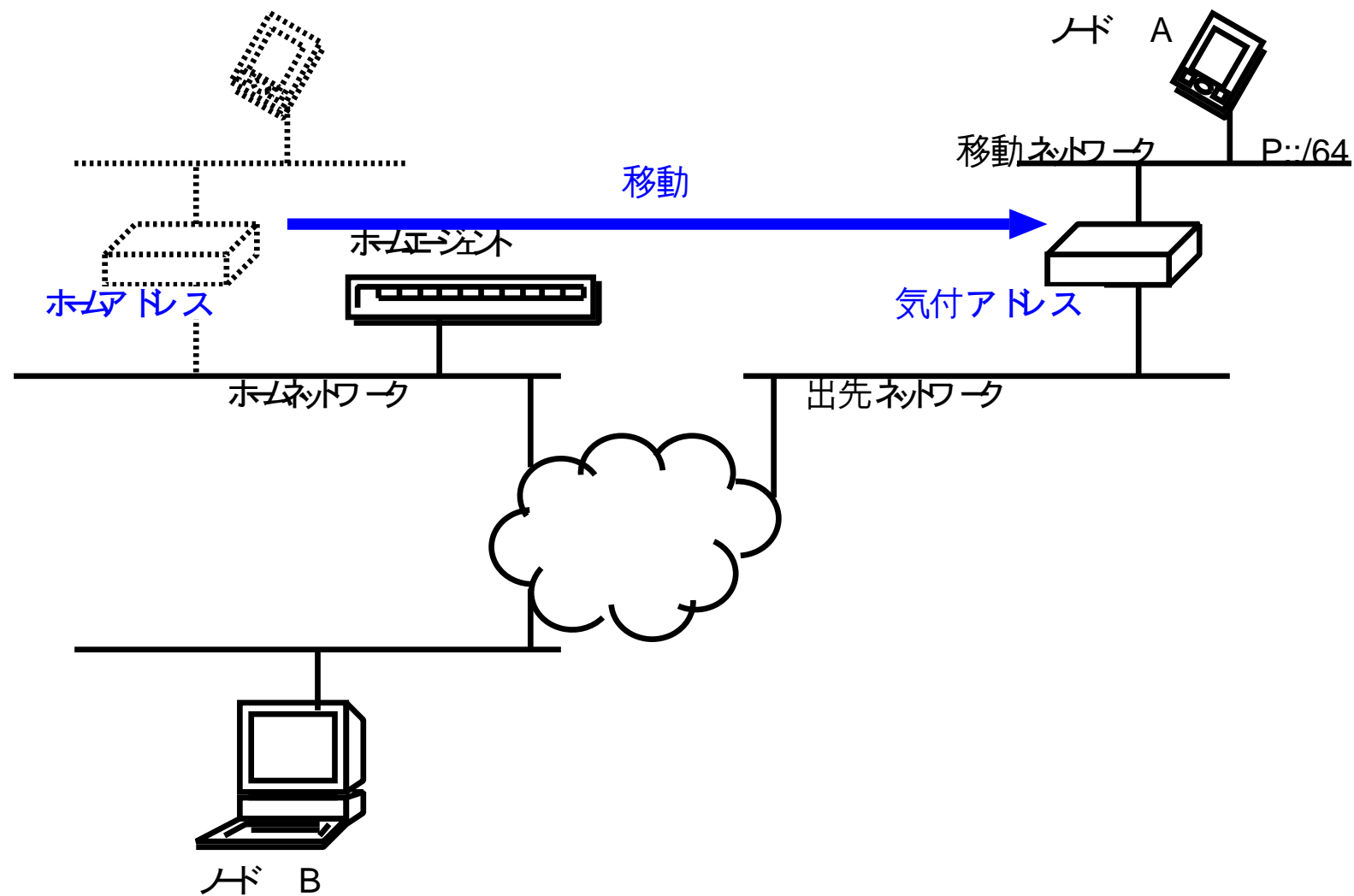
- ▷移動ルータが収容するネットワークを固定
 - ▷ホームネットワーク
- ▷通信相手には 移動ネットワーク内に接続しているノードが 常にホームネットワークに接続しているように見せる
 - ▷ホームネットワークに送られたパケットは 適切に転送

Network Mobilityの動作



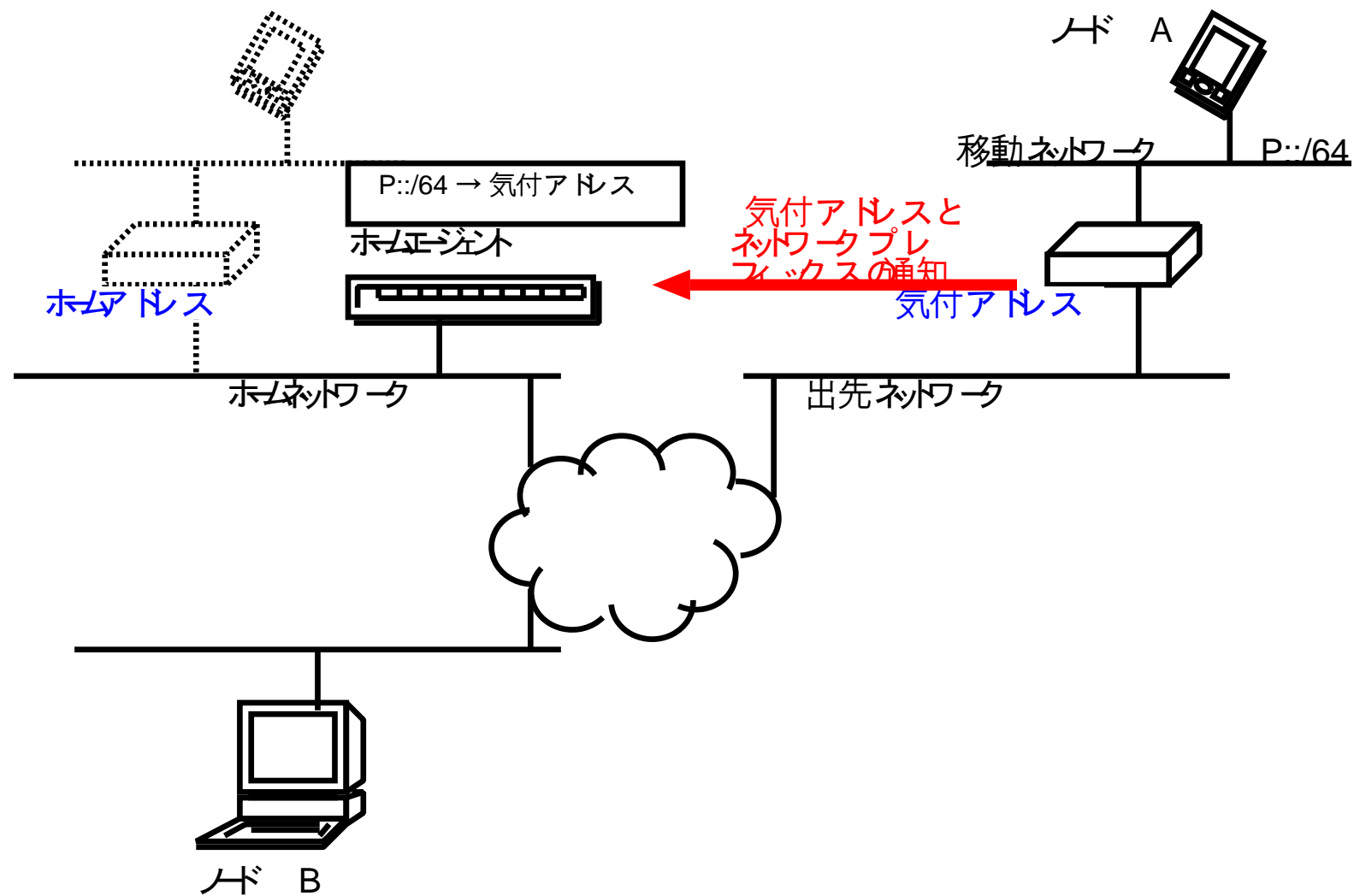
- 移動ルータがホームネットワークにいる場合、ノドBとノドAの通信は通常のIPv6通信と同じ

Network Mobilityの動作



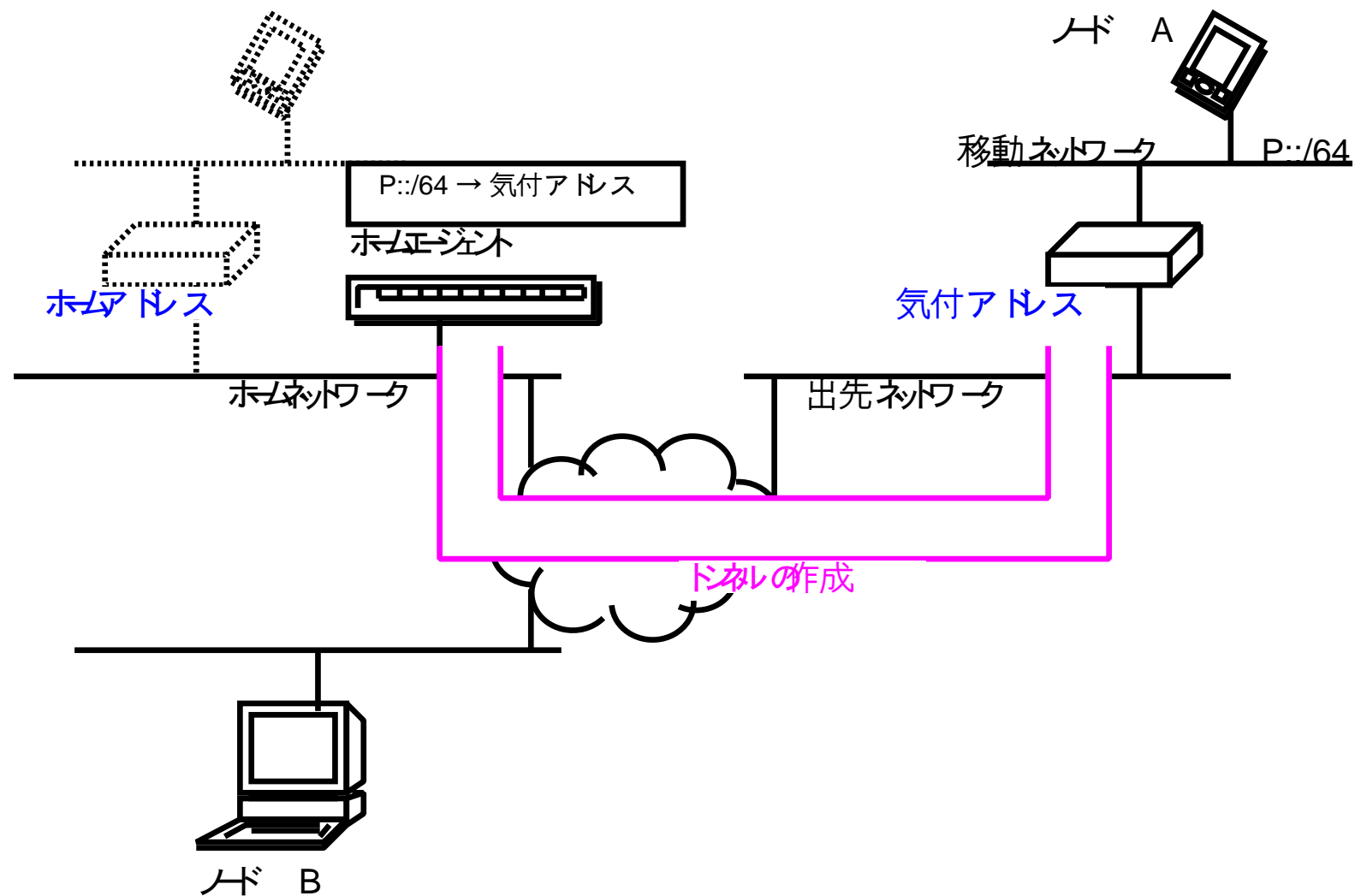
- 移動ルーターが 移動ネットワークと共に出先ネットワークへ移動

Network Mobilityの動作



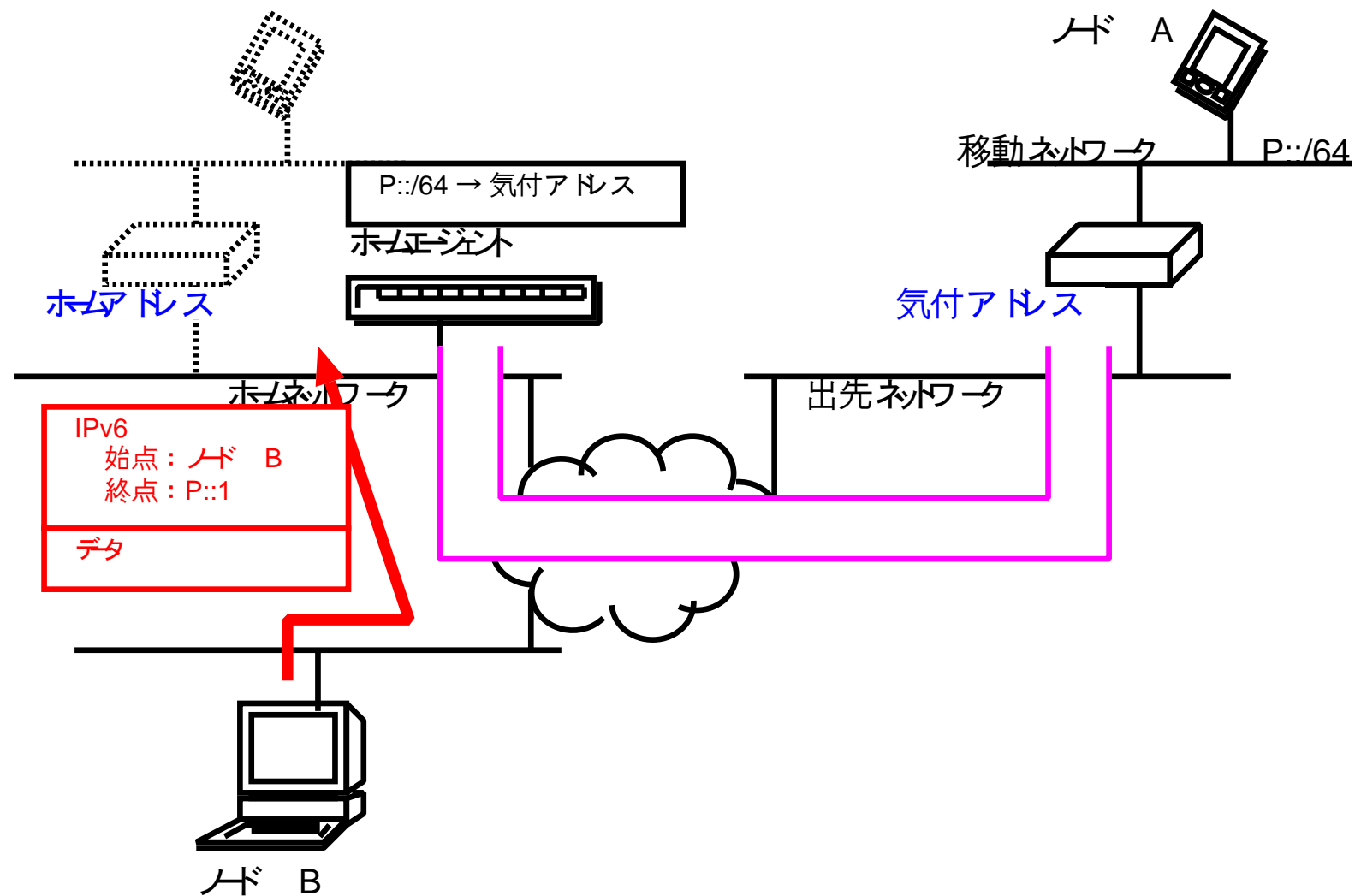
□ 気付アドレスをホームエージェントへ通知

Network Mobilityの動作



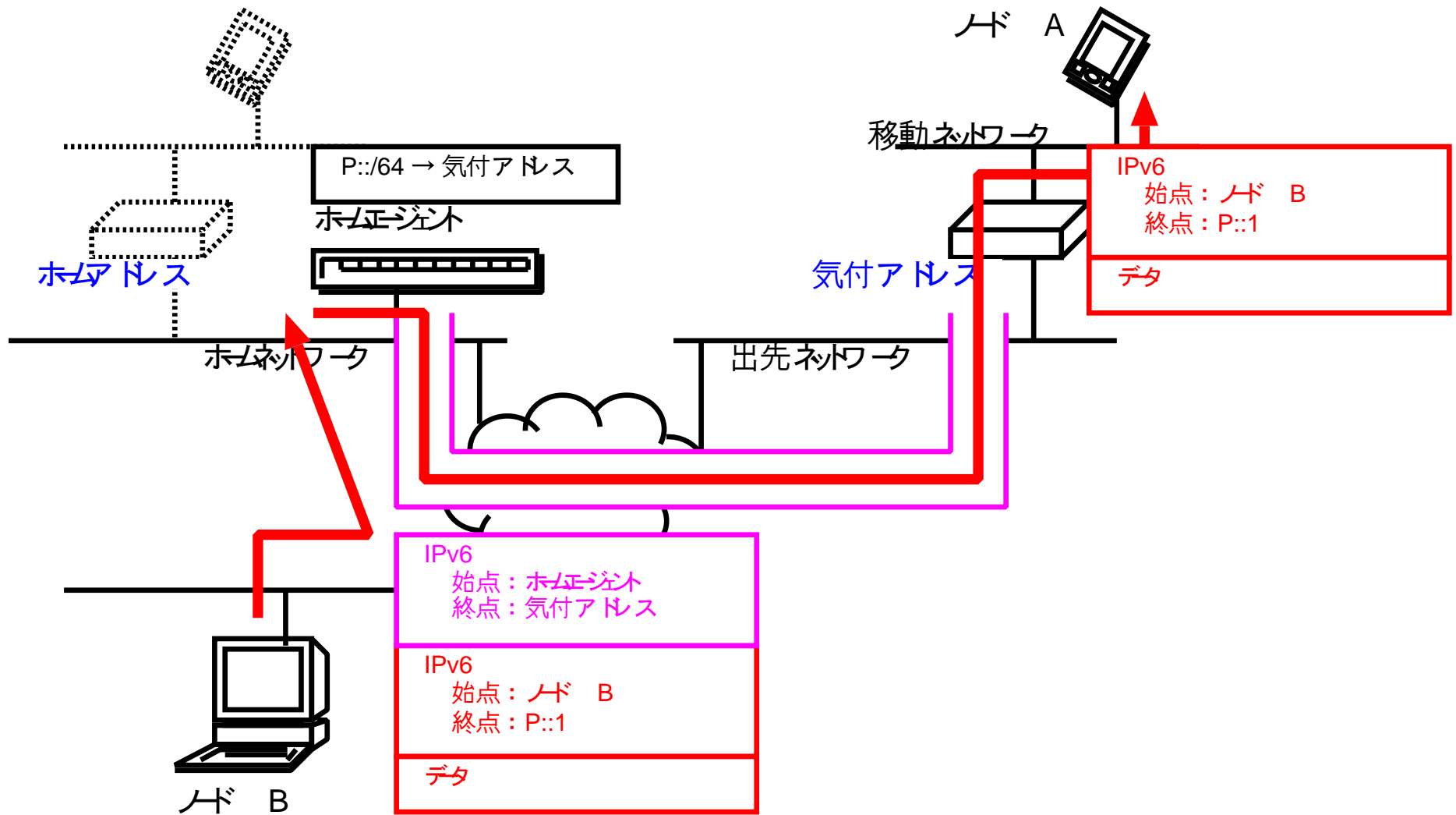
- 移動ルータとホームエージェントの間にIPv6 in IPv6トンネルを作成

Network Mobilityの動作



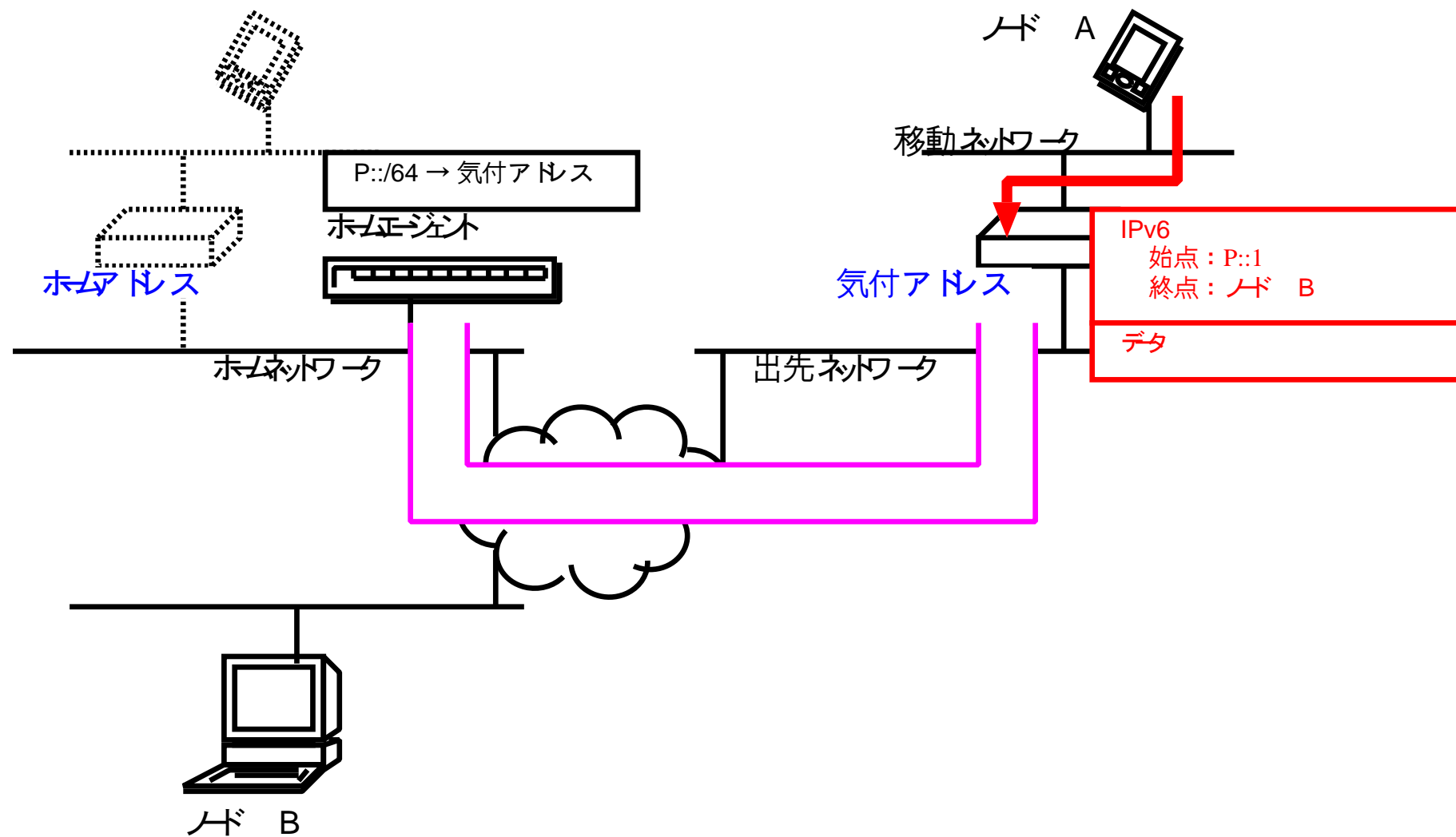
- ノードA宛てのパケットは移動ルータのホームアドレスに向かって転送される

Network Mobilityの動作



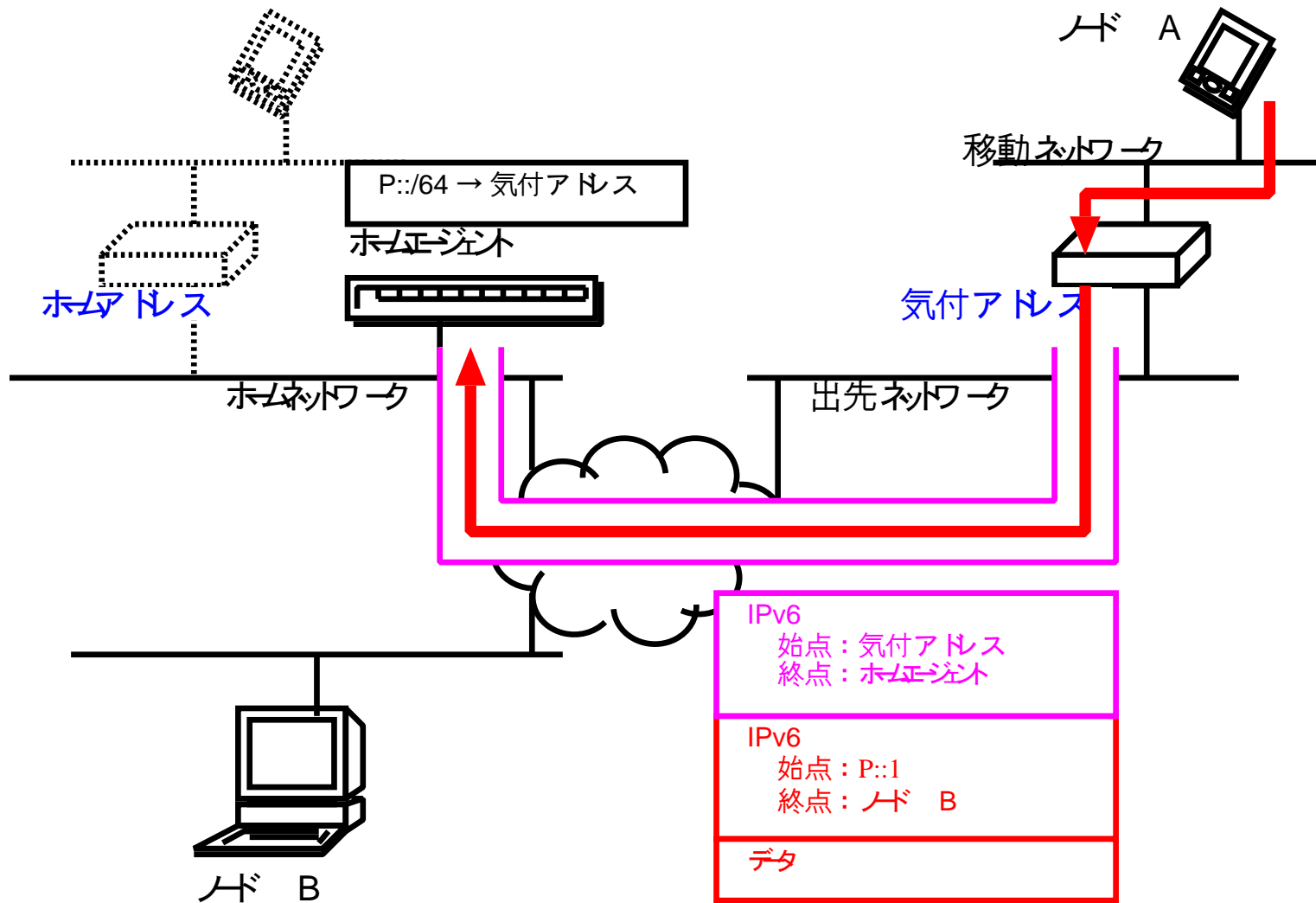
- すべての移動ネットワーク宛てのパケットは ホームエージェントが代理受信

Network Mobilityの動作



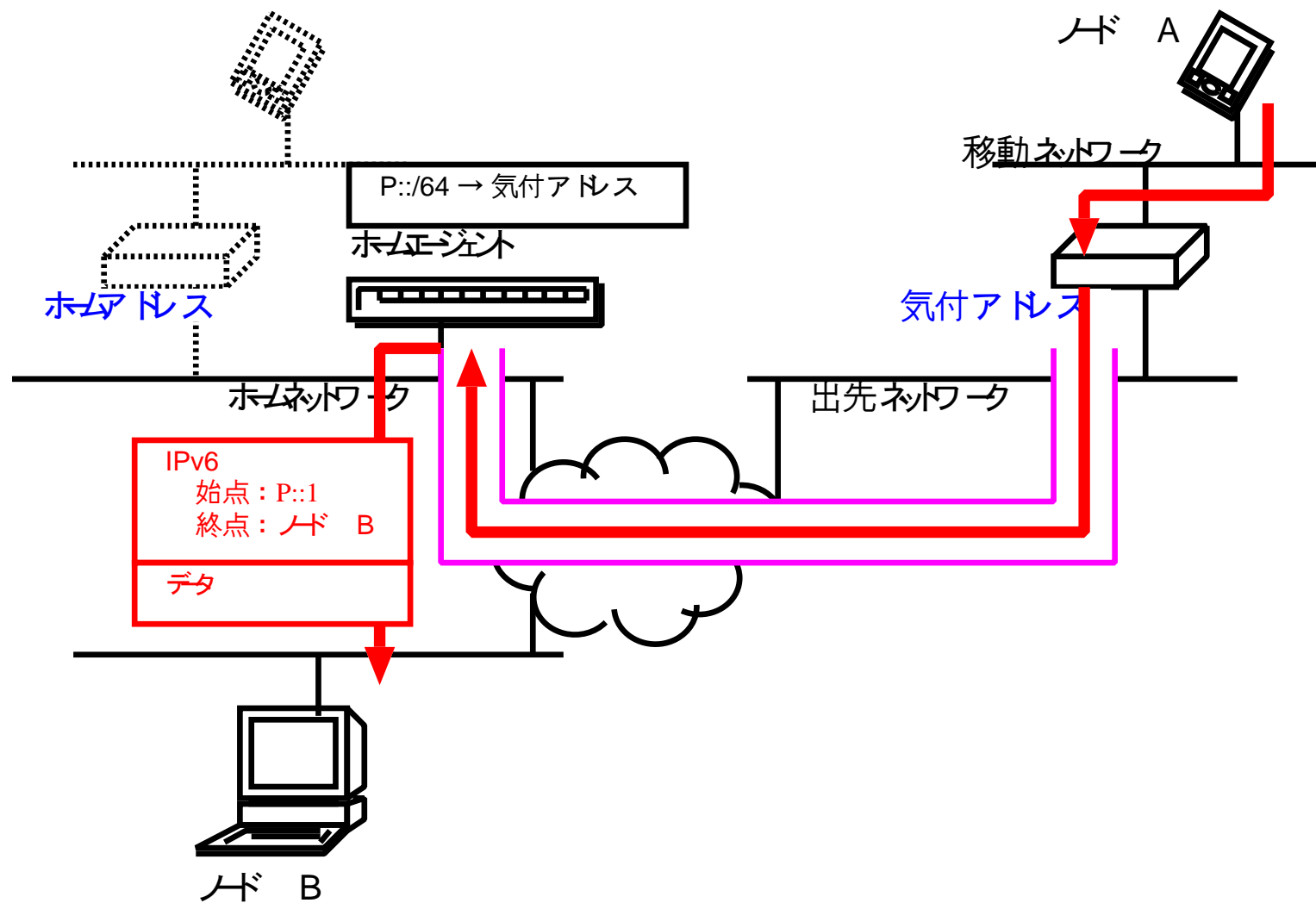
□ ノド A は 現在位置にかかわらず通常通りパケット送信できる

Network Mobilityの動作



- 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



□ 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

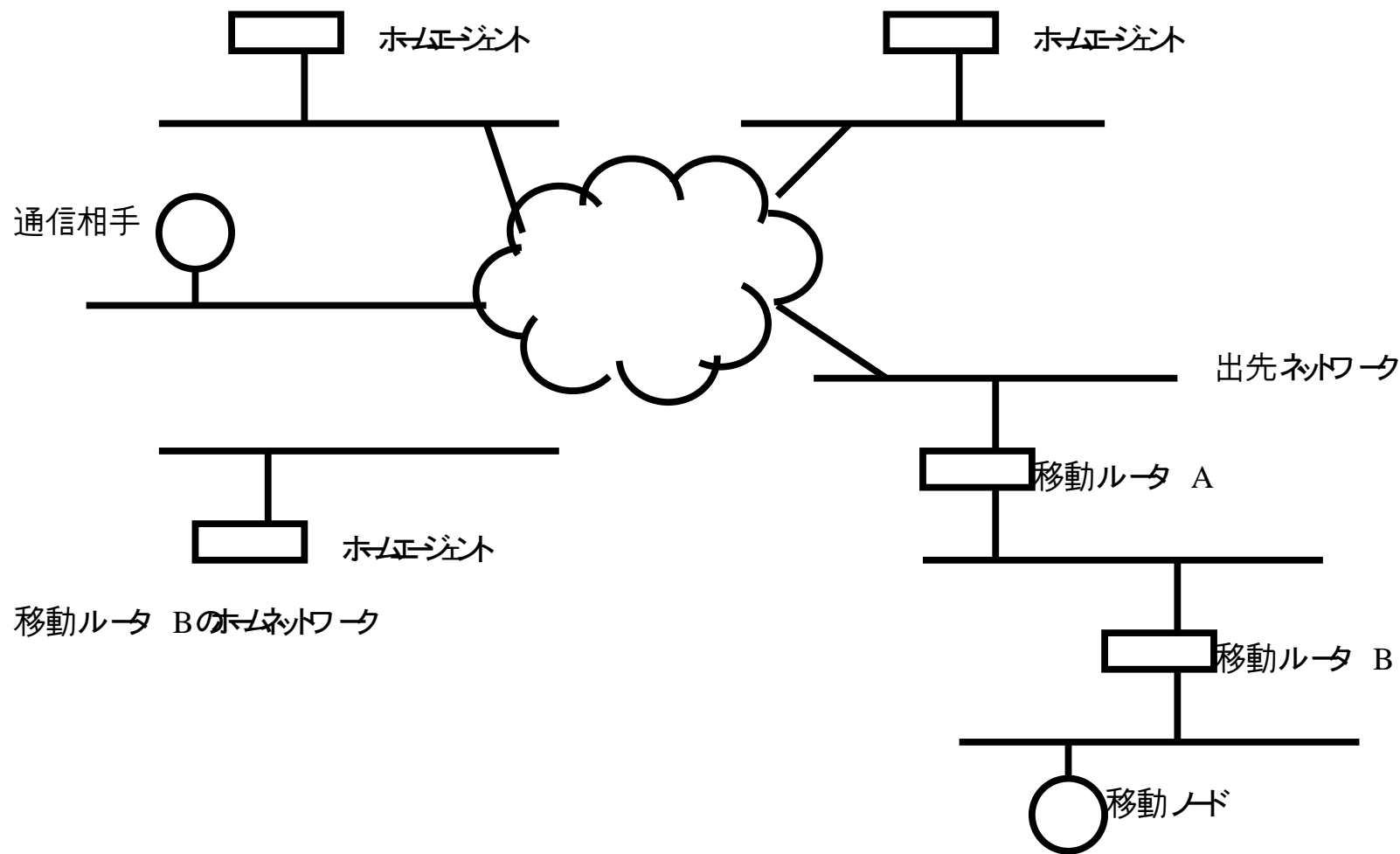
経路最適化の重要性

- 経路最適化の仕様は現在議論中
 - ▷ 固定モードと移動ルータの間の対応付け情報
 - ▷ 現在のところ存在しないが...

経路最適化の重要性

移動ノードのホームネットワーク

移動ルータ A のホームネットワーク

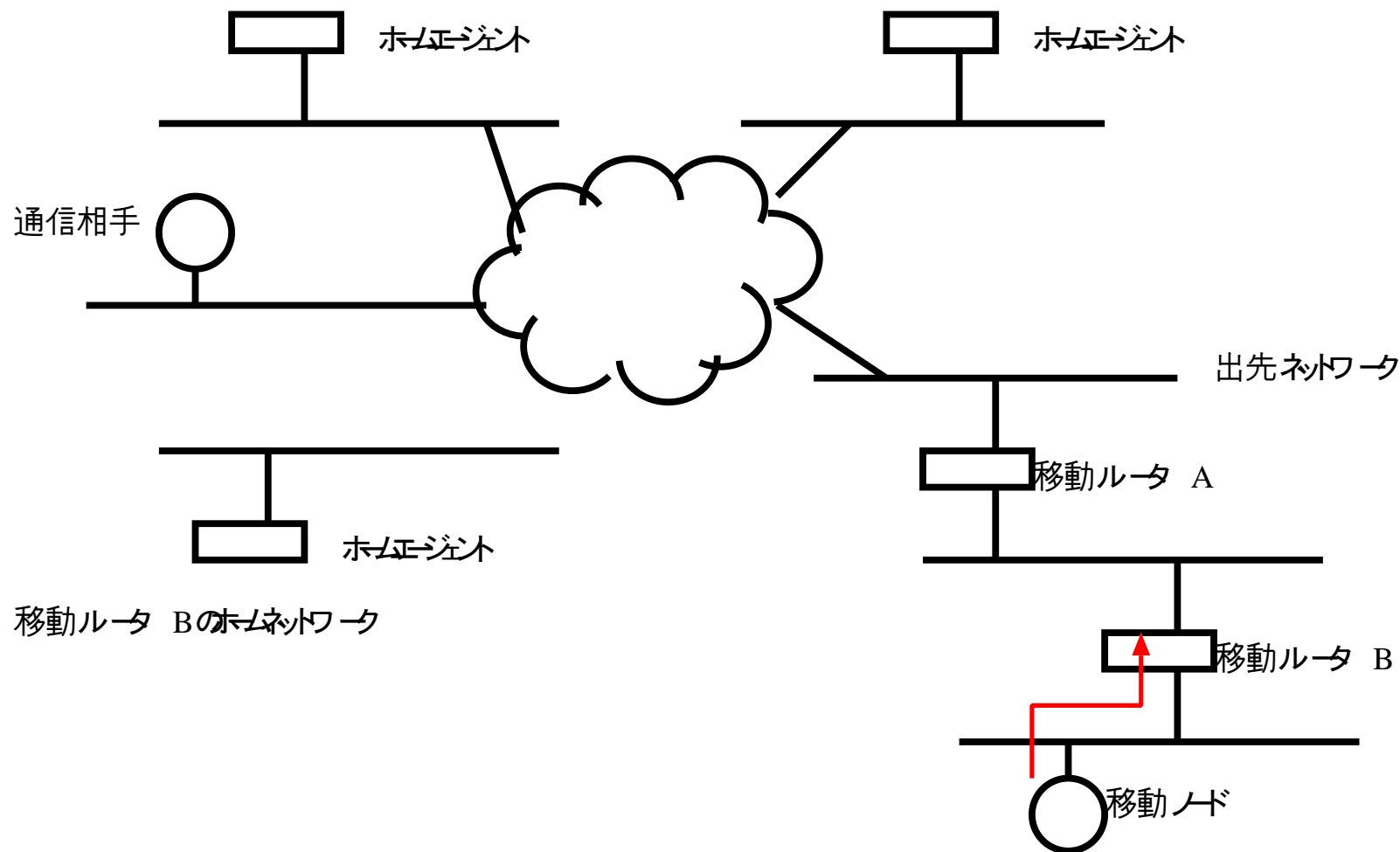


- 2台の移動ルータと1台の移動ノードを考える
- MIP6の経路最適化は実施されていないとする

経路最適化の重要性

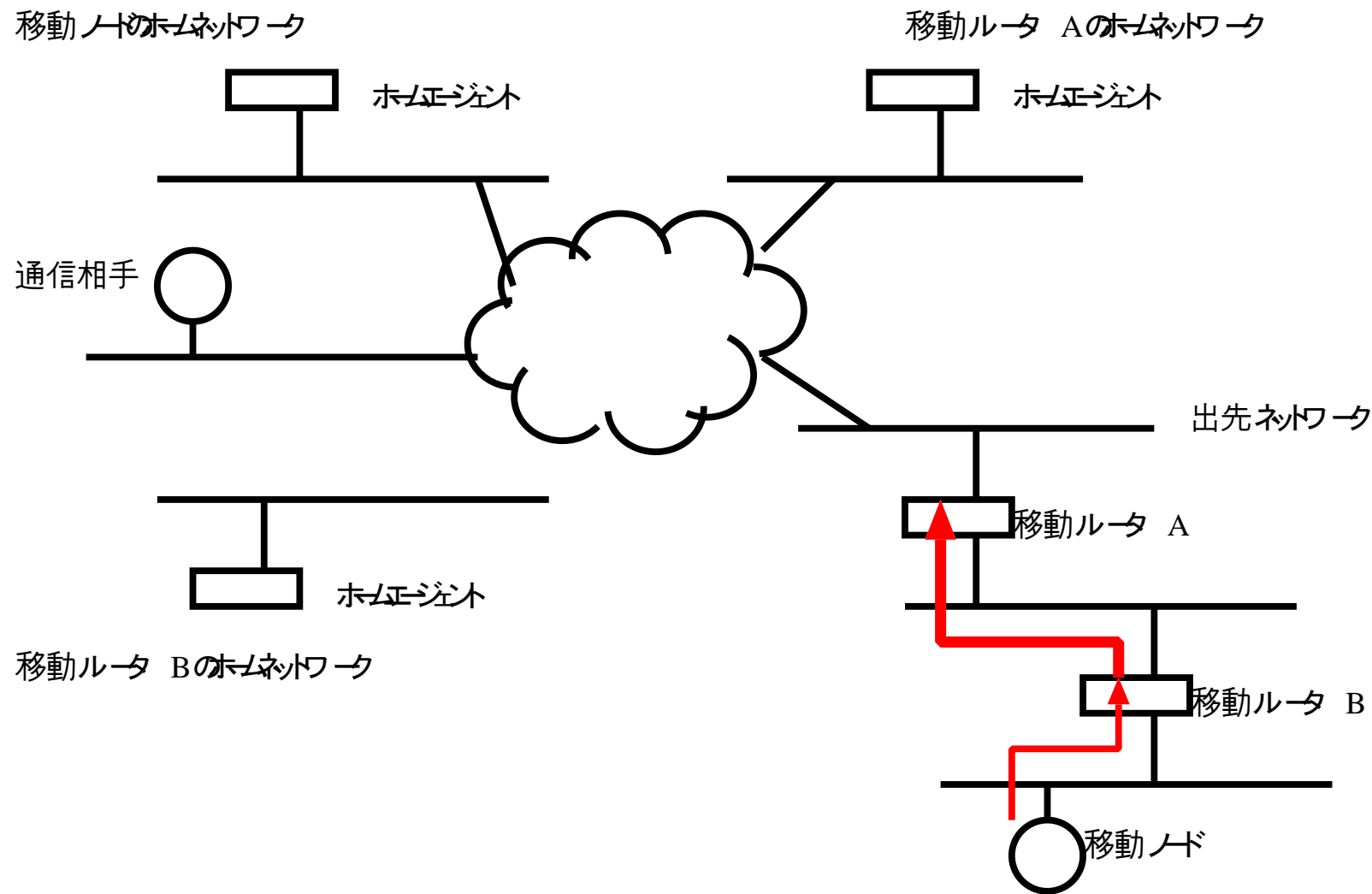
移動ノードのホームネットワーク

移動ルータ A のホームネットワーク



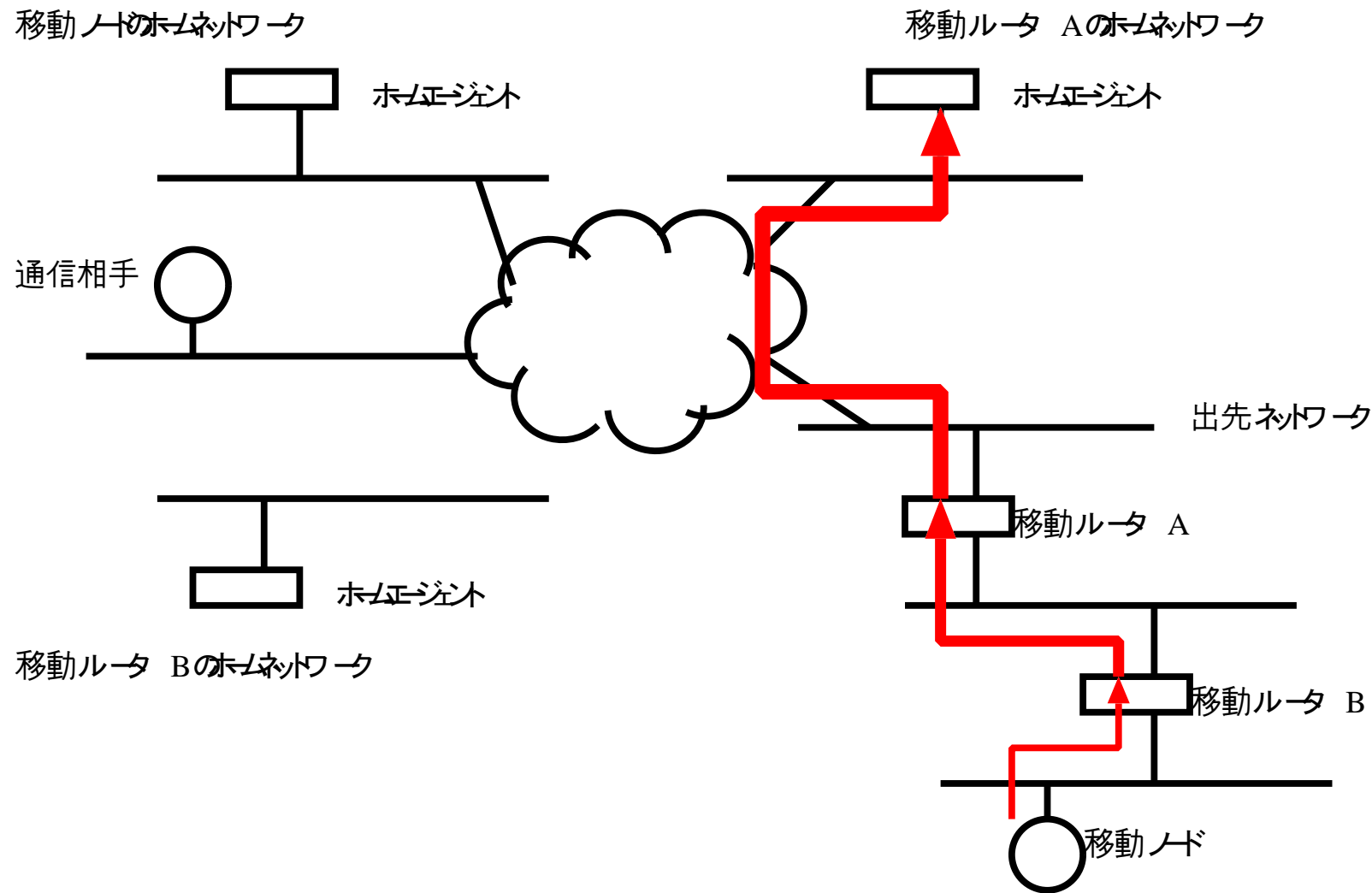
□ 移動ノードが移動ノードのホームエージェントへIPv6 in IPv6トンネル

経路最適化の重要性



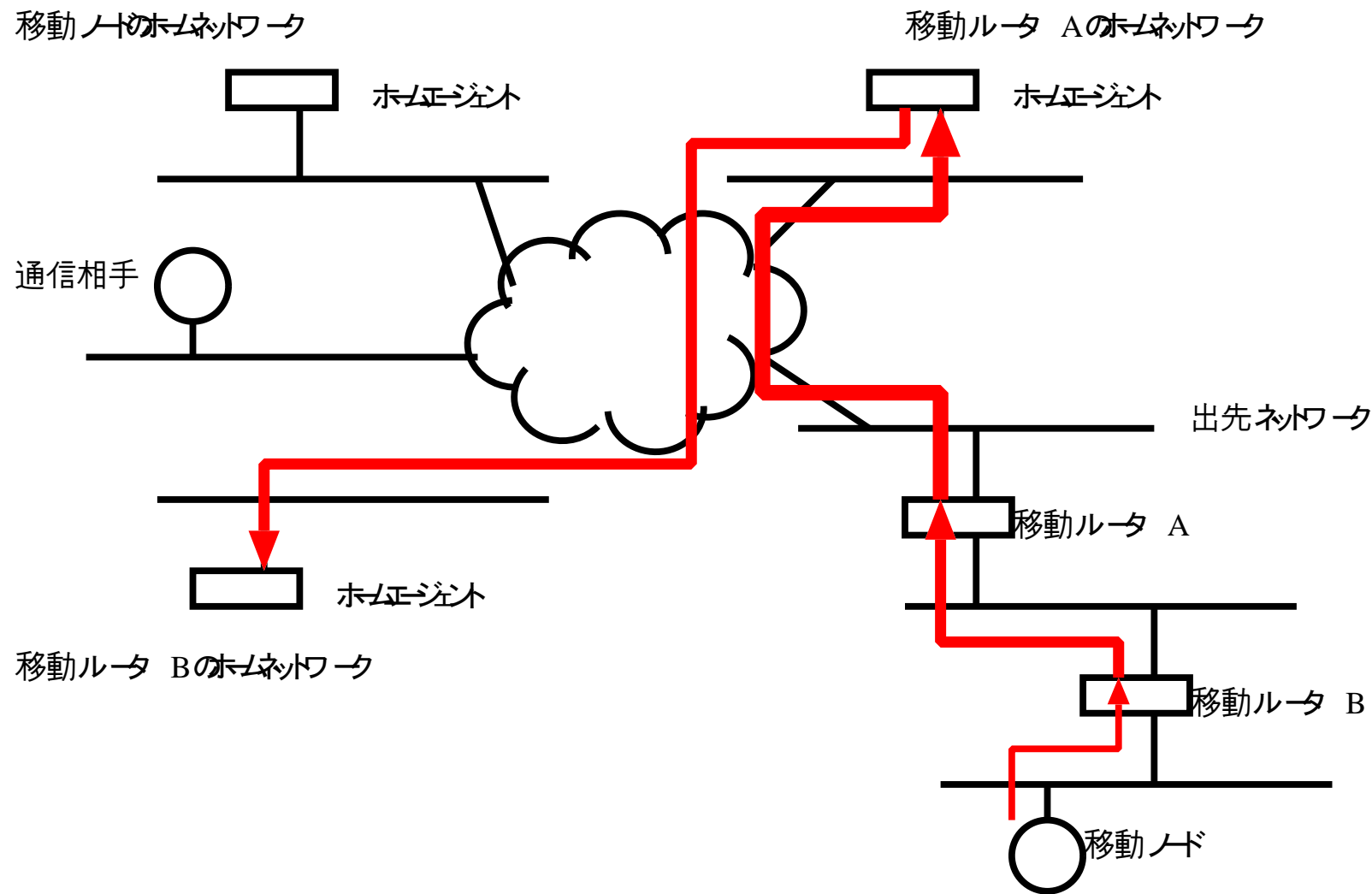
- 移動ルータ B が移動ルータ B のホームエージェントへ IPv6 in IPv6 トンネル

経路最適化の重要性



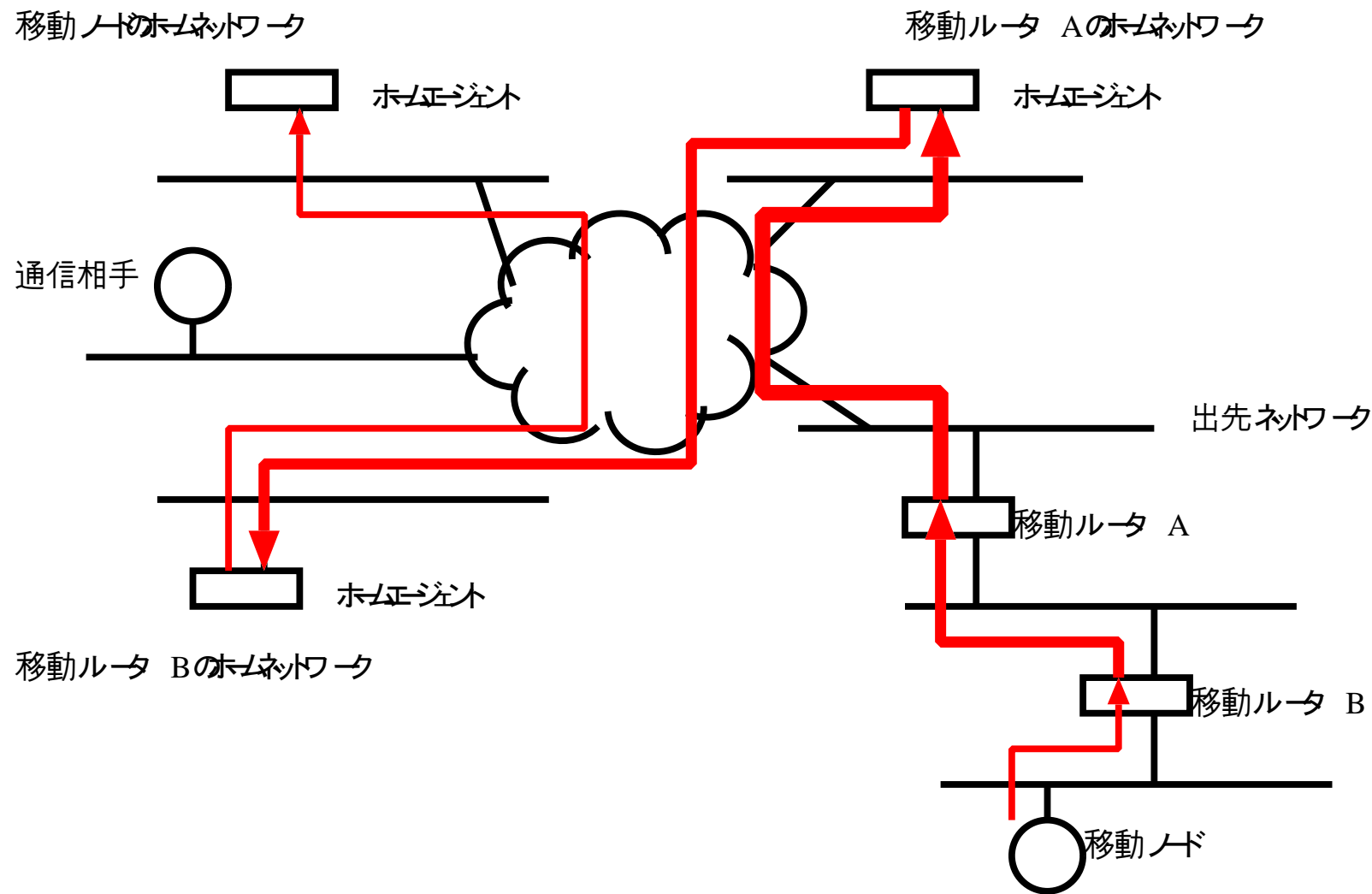
- 移動ルータ A が移動ルータ A のホームエージェントへ IPv6 in IPv6 トンネル

経路最適化の重要性



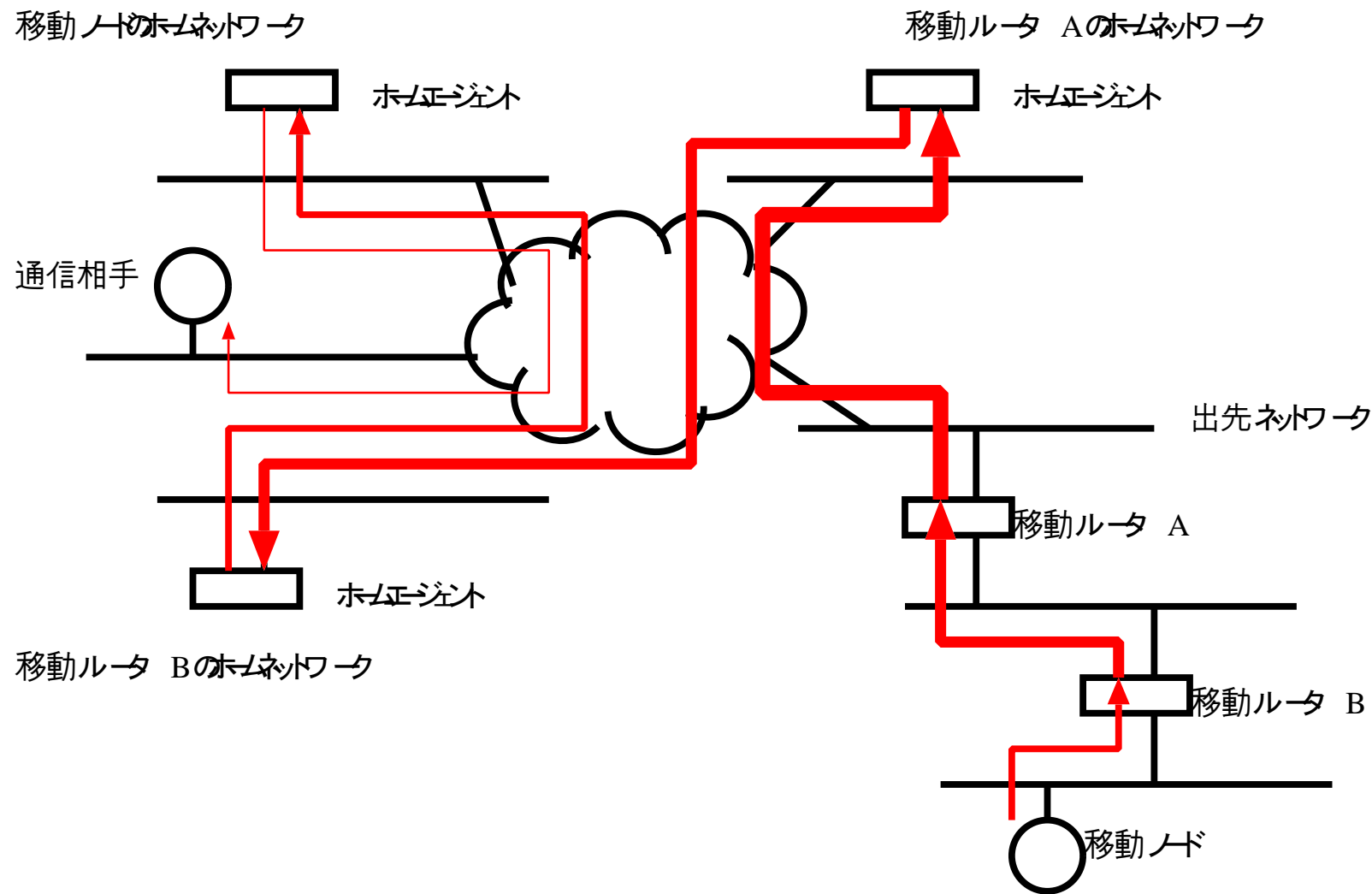
□ 移動ルータ A のホームエージェントがカプセル化を解除すると 移動ルータ B のパッケージが現れる

経路最適化の重要性



□ 移動ルータ B のホームエージェントがカプセル化を解除すると 移動ノードの packets が現れる

経路最適化の重要性



□ 移動ノードのホームエージェントがカプセル化を解除し 通信相手のパケットが現れる

通信

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

□次回IETFでの議題

- ▷基本仕様の議論

- ▷IPRへの対応

- ▷マルチホームの取り扱い方

- ▷draft-ng-nemo-multihoming-issues

- ▷draft-charbon-nemo-multihoming-evaluation

- ▷セキュリティの考察

- ▷draft-jung-nemo-threat-analysis

□その他

- ▷経路最適化技術の検討

実装

入手可能なMobile IPv6実装

□ KAME Mobile IPv6

▷ 対象OS

▷ NetBSD1.6 / FreeBSD4.8-RELEASE

▷ 対応ドラフト

▷ draft-ietf-mobileip-ipv6-24.txt

▷ draft-ietf-mobileip-mipv6-ha-ipsec-07.txt(一部)

▷ 入手先および設定マニュアル

▷ <http://www.kame.net/>

▷ <http://www.kame.net/newsletter/20031007/>

入手可能なMobile IPv6実装

□MIPL Mobile IPv6

- ▷対象OS
 - ▷Linux 2.4.22
- ▷対応ドラフト
 - ▷draft-ietf-mobileip-ipv6-24.txt
- ▷入手先
 - ▷<http://www.mipl.mediapoli.com/>

□Linux Mobile IPv6

- ▷MIPLとUSAGIプロジェクト (<http://www.linux-ipv6.org/>)がLinux本家への取り込みに向けて作業中

Network Mobility実装

- 研究レベルでの実装はある
- 公開されている実装は 現時点ではない模様
- (参考)2003 IPv6ShowCaseでCiscoが参考出展



その他の動向

- Mobile IPv6がIETFでPSとして承認されたことを受けて各ベンダーの動きも活発
- 仕様適合テストツールの成熟
 - ▷ TAHIプロジェクトおよびIPv6普及・高度化推進協議会によるMobile IPv6仕様適合テストツール
 - ▷ <http://www.tahi.org/mipv6/>

まとめ

まとめ

□ Mobile IPv6標準化

- ▷ 永きに渡る標準化作業に終止符
- ▷ 今後、仕組みの核心が変更されることはない
 - ▷ 実装を始めてもよい段階

□ Mobile IPv6今後の課題

- ▷ サービスに関係した仕様
 - ▷ ユーザ認証との連携
 - ▷ 高速ハンドオーバー
 - ▷ ホームエージェント堅牢性
 - ▷ マルチホーム
- ▷ 管理に関係した仕様
 - ▷ MIB

まとめ

□ Network Mobility標準化

- ▷ 標準化作業がはじまったばかり

□ Network Mobility今後の課題

- ▷ 基本仕様の標準化
- ▷ 経路最適化技術の検討
- ▷ その他、基本的にはMobile IPv6での検討事項が関係する

まとめ

- モビリティによる新しいアプリケーション
 - ▷ 移動するサーバ
 - ▷ 切れない接続によるストリーミング受信
- IPv6モビリティ技術の将来
 - ▷ IPv4に存在した障壁の排除
 - ▷ IPv6の普及
 - ▷ 小型機器技術
 - ▷ 通信技術の発達(高速無線データ通信など)
- IPの世界での移動体通信が現実的に

end of slides