

Mobile PPC における仮想インタフェースの検討

水谷 智大[†] 鈴木 秀和[‡] 渡邊 晃[†]

名城大学理工学部[†] 名城大学大学院理工学研究科[‡]

1. はじめに

通信中にノードが移動して IP アドレスが変化しても通信を継続できる移動透過性は、IP 通信において重要な技術である。我々はアドレス変換機能により移動透過性を実現する技術として、Mobile PPC (Mobile Peer-to-Peer Communication) [1]を提案している。Mobile PPC では移動時、ノードに発生するパケットロスをなくす方法として、ノードに複数の無線通信インタフェース (I/F) を搭載し、これら通信 I/F を切替えながら通信を行う方法を検討している[2].

しかし複数の通信 I/F を使用する場合、異種の通信 I/F を使用することが現実的である。ところが、様々な種類の通信 I/F を使用するためには各種通信 I/F に対して個別の実装を行う必要がある。そこで仮想的な通信 I/F (仮想 I/F) を導入し、各種通信 I/F の間の差異を吸収する。

本稿では、仮想 I/F を導入した場合の Mobile PPC の動作について検討を行ったので報告する。

2. Mobile PPC とシームレスハンドオーバー

2.1. Mobile PPC の概要

Mobile PPC では、各ノードが移動前後の通信情報を記した CIT (Connection ID Table) を IP 層に保持している。そして移動後は CIT の内容に基づいてパケットの IP アドレスを変換することにより、移動透過性を実現している。

本稿で用いる記号を以下のように定義する。

- A, B, C; IP アドレス
- A ↔ B; A と B の通信

図 1 に Mobile PPC の動作概要を示す。通信開始前、CN (Correspondent Node) と MN (Mobile Node) は、それぞれ IP アドレス A, B を取得している。通信開始時、両ノードは CIT を生成して CN と MN の通信情報 A ↔ B を移動前の情報に書き込む。MN の移動に伴って MN が新たに IP アドレス C を取得すると、MN の IP アドレス

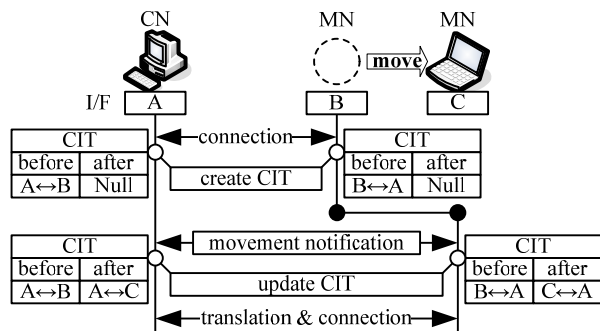


図1. Mobile PPCの動作概要

が B から C へ変化したという移動情報を両ノードの間で交換する。その後両ノードは、新たに移動後の情報として通信情報 A ↔ C を CIT に書き込む。

以後の通信では、両ノードは CIT に基づいてパケットの IP アドレスを送信時には移動後の IP アドレスに、受信時には移動前の IP アドレスに変換する。以上の処理を IP 層で行うことにより、IP アドレスの変化を IP 層より上位層に対して隠蔽することで、通信を継続することができる。

2.2. シームレスハンドオーバー

MN は移動に伴って新たに IP アドレスを取得する。しかし、一般に IP アドレスの取得には多くの時間を要するため、パケットロスが大量に発生してしまう。そこで、Mobile PPC では MN に 2 つの無線 LAN I/F を搭載する。MN は一方の無線 LAN I/F (通信 I/F A) による通信中に移動を行うと、もう一方の無線 LAN I/F (通信 I/F B) を用いて IP アドレスの取得と移動情報の通知処理を完了させる。その後、出力通信 I/F を通信 I/F A から通信 I/F B に切替えて通信を行うことによりパケットロスをなくすことができる。

複数の通信 I/F を搭載する場合、例えば無線 LAN I/F と携帯電話網に接続する 3G I/F を搭載するなど、異種の通信 I/F を搭載することが一般的である。しかし、様々な種類の通信 I/F を使用する場合、使用する各種通信 I/F 毎に個別の実装を行わなければならない。そこで仮想 I/F を導入し、上位層が認識する出力通信 I/F を仮想 I/F にすることによって、上位層に対して実際の通信 I/F を隠蔽する。

“A study of virtual interface in Mobile PPC”

[†]Tomohiro Mizutani and Akira Watanabe
Faculty of Science and Technology, Meijo University

[‡]Hidekazu Suzuki
Graduate School of Science and Technology,
Meijo University

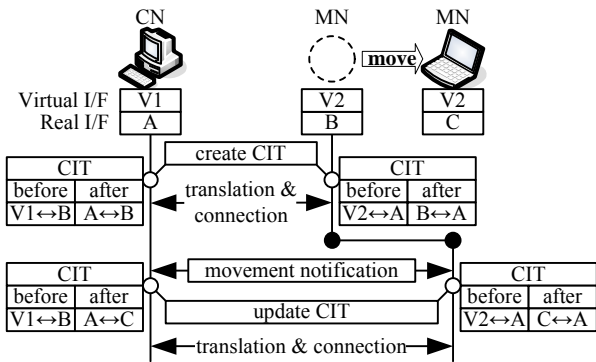


図2. 仮想I/F導入時のMobile PPCの動作概要

3. 仮想インタフェースの提案

3.1. 仮想インタフェース

本提案で導入する仮想 I/F に設定する自身の IP アドレス (仮想 IP アドレス) は他ノードが知る必要がないため、各ノードが固定値を自律的に生成する。従って、ユーザは仮想 IP アドレスを自分で設定する必要がなく、ユーザへの負担が少なく済む。また、仮想 IP アドレスはグローバルユニークである必要がないため、通信に使用するグローバル IP アドレスは最大でも 1 つで済む。これは、IP アドレスの枯渇が問題となっている IPv4 通信において有益である。

3.2. 仮想インタフェース導入後の Mobile PPC

仮想 IP アドレスの導入に伴って Mobile PPC の CIT に保持する情報を再定義した。従来の CIT では移動前後の IP アドレスの関係を保持していたが、仮想 I/F の導入後は上位層が認識する IP アドレスと、下位層が認識する IP アドレスの関係を保持することになる。通信開始時、各ノードは仮想 IP アドレスによる通信情報を上位層の通信情報、実際の IP アドレス (実 IP アドレス) による通信情報を下位層の通信情報として CIT に登録する。

ここで、記号について以下の定義を追加する。

- V_i : 仮想 IP アドレス
- $A \rightarrow B, B \leftarrow A$: A から B への通信

仮想 I/F を導入した場合における Mobile PPC の動作概要を図 2 に示す。V1, V2 はそれぞれ CN, MN が持つ仮想 IP アドレスを示す。通信開始前、CN と MN はそれぞれ A, B を取得しており、両ノードは通信開始時に CIT を生成する。CN の CIT には上位層の通信情報に $V1 \leftrightarrow B$ 、下位層の通信情報に $A \leftrightarrow B$ が書き込まれる。同様に、MN の CIT には上位層の通信情報に $V2 \leftrightarrow A$ 、下位層の通信情報に $B \leftrightarrow A$ が書き込まれる。両ノードは移動の有無にかかわらず、常に CIT に基づいてパケットの IP アドレスを送信時には下位層の通信情報に、受信時には上位層の通信情報に変換する。MN の移動によって行われる移動情

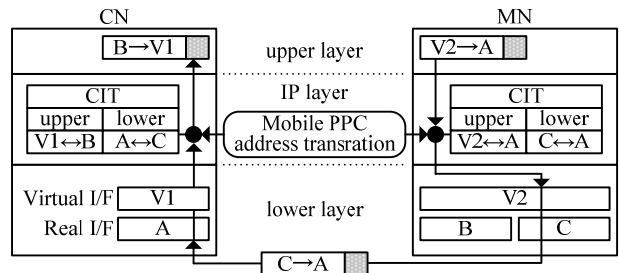


図3. 仮想I/F導入時のCITに基づくアドレス変換

報の通知と CIT の更新は従来の Mobile PPC と同様である。

図 3 に MN が移動した後の MN から CN へのパケットフローを示す。IP 層とその上位層は常に仮想 I/F を出力通信 I/F と認識している。そのため送信パケットは常に、仮想 I/F へ渡された後に実際の通信 I/F へ渡されて出力される。

MN の上位層から IP 層に渡されたパケットは、送信元 IP アドレスを上位層が認識する仮想 IP アドレス V2 から MN の移動後の実 IP アドレス C に変換されて CN に送信される。CN はパケットを受信すると、IP 層で宛先 IP アドレスを下位層が認識する実 IP アドレス A から上位層が認識する仮想 IP アドレス V1 に、送信元 IP アドレスを MN の移動後の実 IP アドレス C から MN の移動前の実 IP アドレス B に変換して上位層へ渡す。また、CN から MN への送信パケットも同様の処理を行う。

以上の処理により、常に上位層は自分自身の IP アドレスを仮想 IP アドレスと認識するようになり、上位層の通信状態と下位層の通信状態は分離される。従って、どのような通信 I/F を搭載していても各種通信 I/F を上位層に対して隠蔽し、各種通信 I/F 間の差異を吸収することができる。また、移動に伴う IP アドレスの変化も隠蔽することができる。

4. まとめ

様々な種類の複数の通信 I/F を搭載した場合の Mobile PPC における仮想 I/F の必要性を述べた。従来の Mobile PPC と仮想 I/F を導入した場合の Mobile PPC の動作の変更点について述べた。今後は仮想 I/F の実装と評価を行う。

参考文献

- [1]: 竹内元規, 鈴木秀和, 渡邊 晃, “エンドエンドで移動透過性を実現する Mobile PPC の提案と実装”, 情報処理学会論文誌, Vol.47, No.12, pp.3244-3257, Dec.2006.
- [2]: 金本綾子, 鈴木秀和, 伊藤将志, 渡邊 晃, “IPv4 移動体通信システムにおけるパケットロスレスハンドオーバーの提案”, 情報処理学会論文誌, Vol.50, No.1, pp.133-143, Jan.2009.

Mobile PPCにおける 仮想インタフェースの検討

名城大学理工学部
水谷智大, 鈴木秀和, 渡邊晃

はじめに

- 移動しながら通信したいという需要が増加
 - 無線ネットワークの普及, 移動ノードの増加
- 移動しても通信を継続できる移動透過性の研究
 - IP通信では通信識別子にIPアドレスを用いる
 - ノードが移動するとIPアドレスが変化⇒通信が切断される
- IPv4における移動透過性技術は重要
 - IPv4アドレスの枯渇により, IPv6への移行が考えられる
 - 移動透過性技術の研究はIPv6が中心である
 - IPv4機器の存在等から, IPv4は継続して使用される

Mobile IPの動作概要

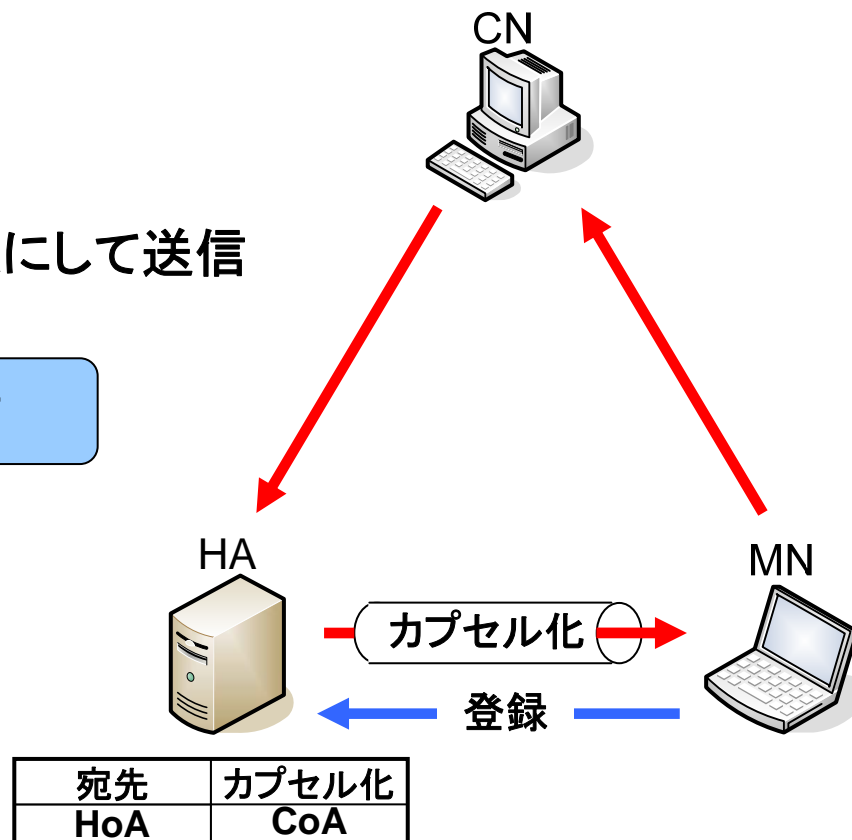
- ・MN(移動ノード), CN(通信相手ノード)の他にHA(ホームエージェント)を使用
- ・MNはHoA(ホームアドレス)とCoA(気付けアドレス)の2種のアドレスを持つ
- ・HoAは固定のIPアドレス, CoAは移動先で取得するIPアドレス

- ・MNは移動後, CoAをHAに登録
- ・HoA宛の packets はHAが受信
- ・HAはCoAでカプセル化してMNへ転送
- ・MNからCN宛の packets は送信元をHoAにして送信

CNはMNを常にHoAと認識して通信

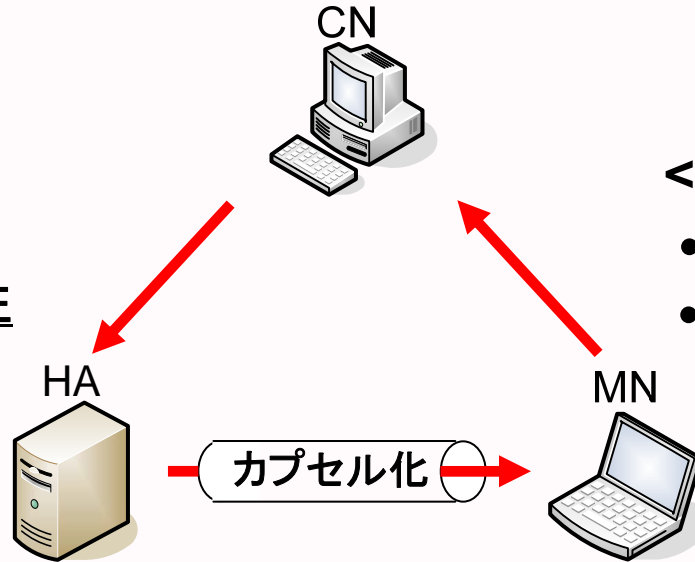
課題

三角経路による通信



Mobile IPの問題点

- <HAを經由>
- 経路の冗長化
 - 一点障害の脆弱性



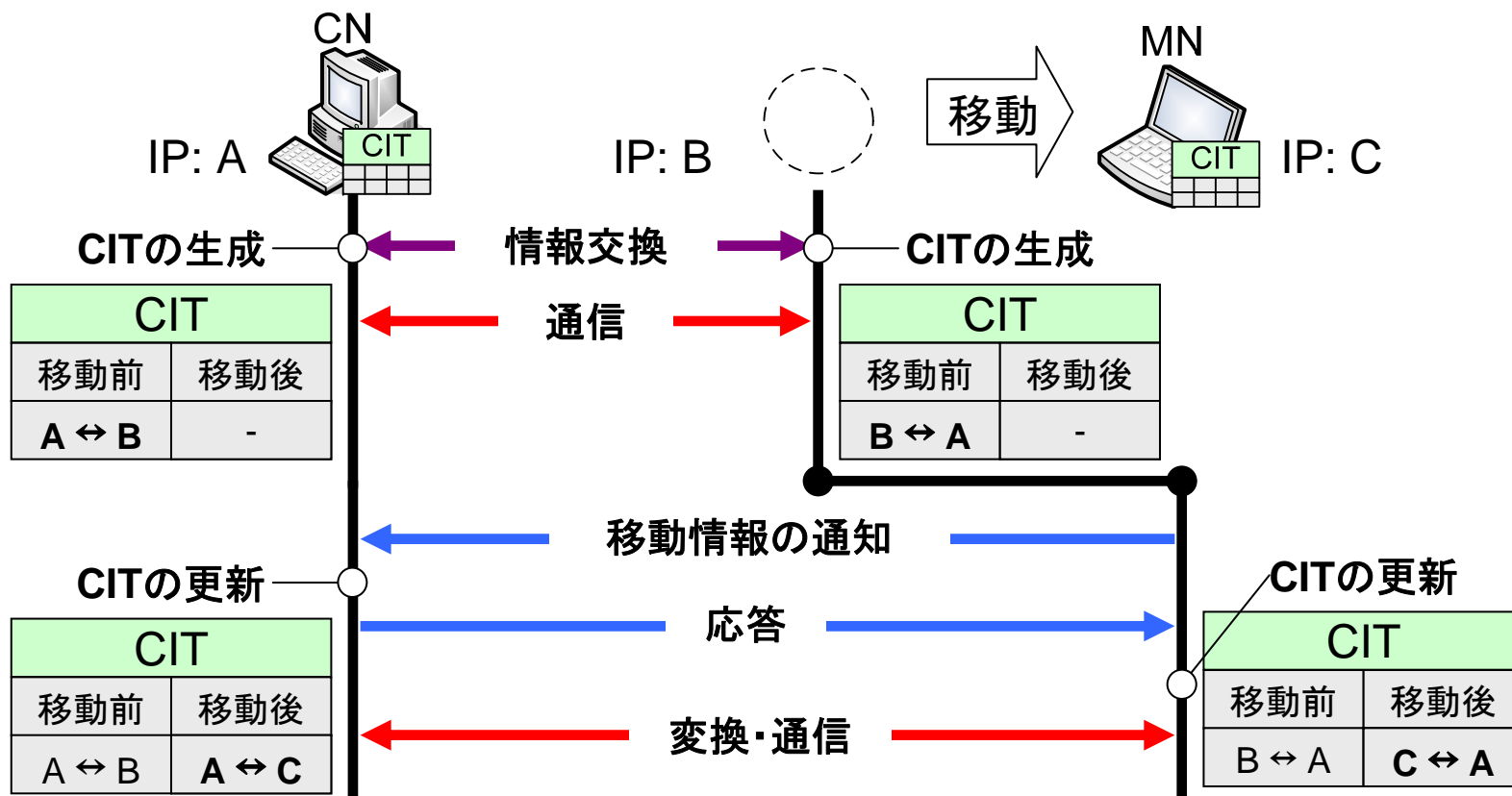
- <送信元がHoA>
- 送信元の不正
 - 不正パケットの破棄

解決

Mobile PPC (Mobile Peer-to-Peer Communication)

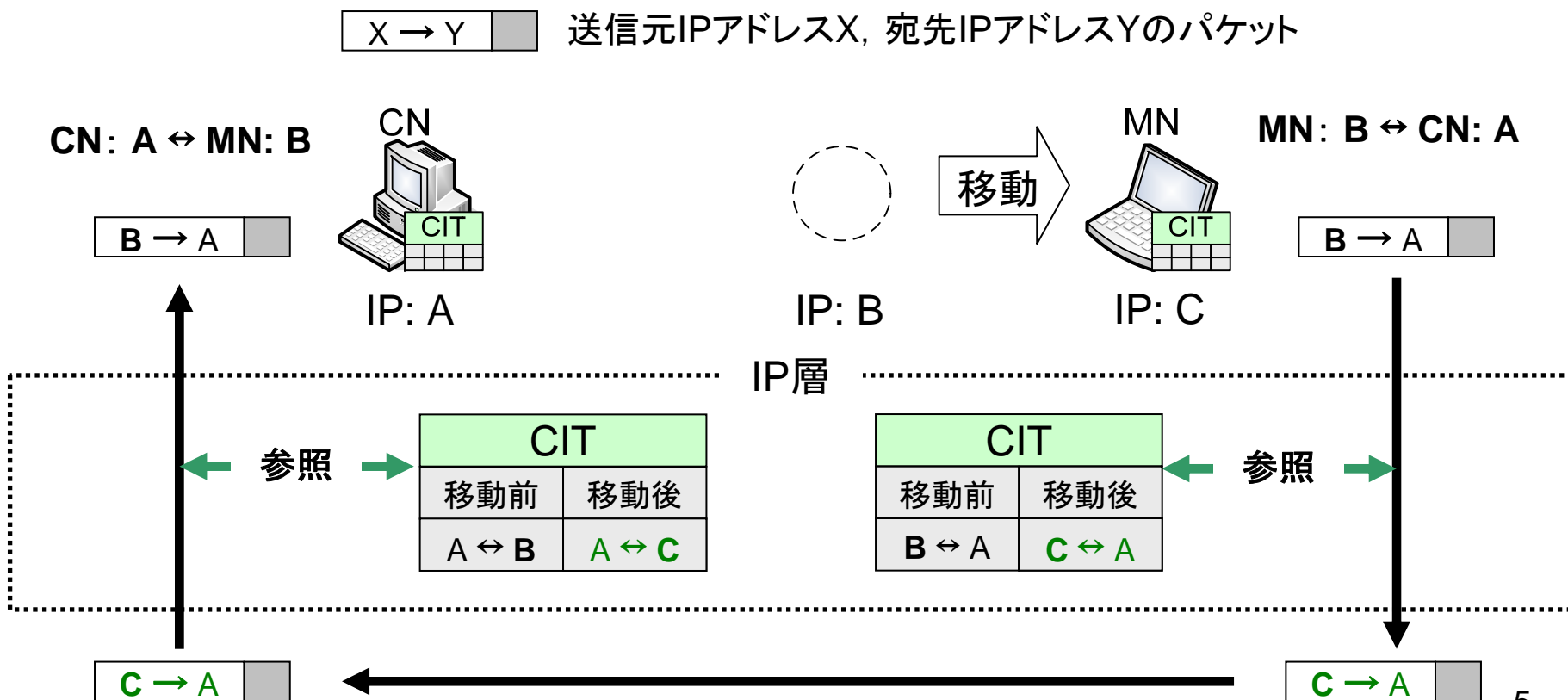
Mobile PPCの動作概要

- CITと呼ぶアドレス変換テーブルをIP層に保持
- 移動後, CITを基にパケットのIPアドレス(とポート番号)を変換
- IP層より上位層からIPアドレスの変化を隠蔽



Mobile PPCによるアドレス変換の様子

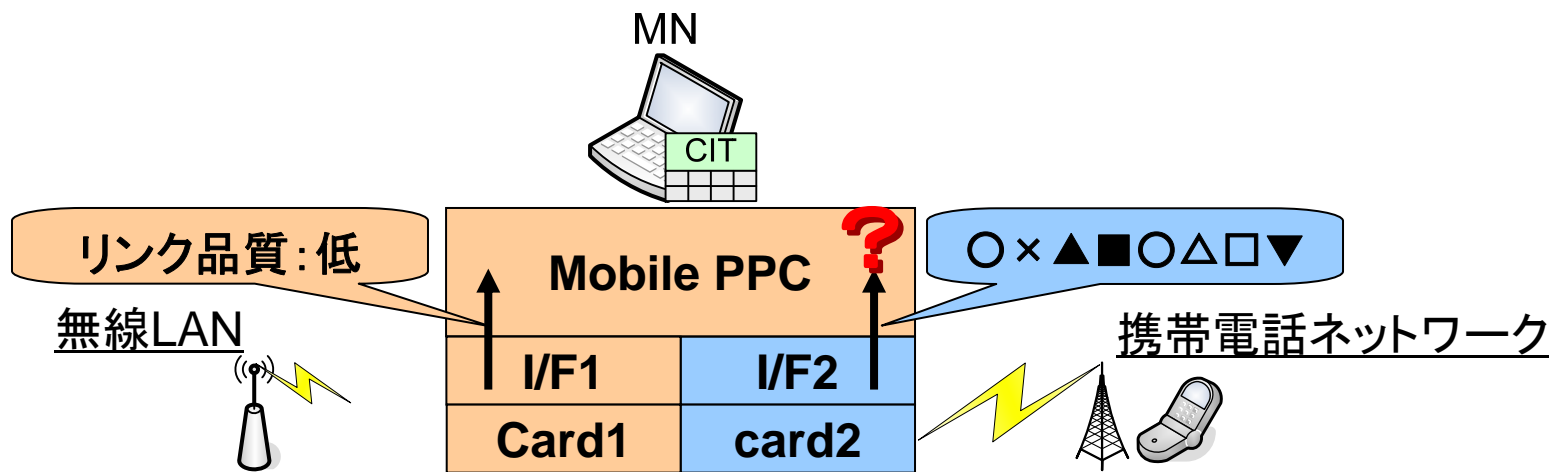
- CITに基づきパケットのIPアドレスの変換を行う
- IP層より上位層からIPアドレスの変化が隠蔽される



異種通信デバイスの使用

- 移動に伴い、携帯電話網や無線LANを切替える
- 様々な通信網の使用⇒異種通信デバイスを搭載
- パケットロスを最小⇒スムーズな通信I/Fの切替え
 - リンク情報を使用...しかし、各種通信I/Fで個々に違う

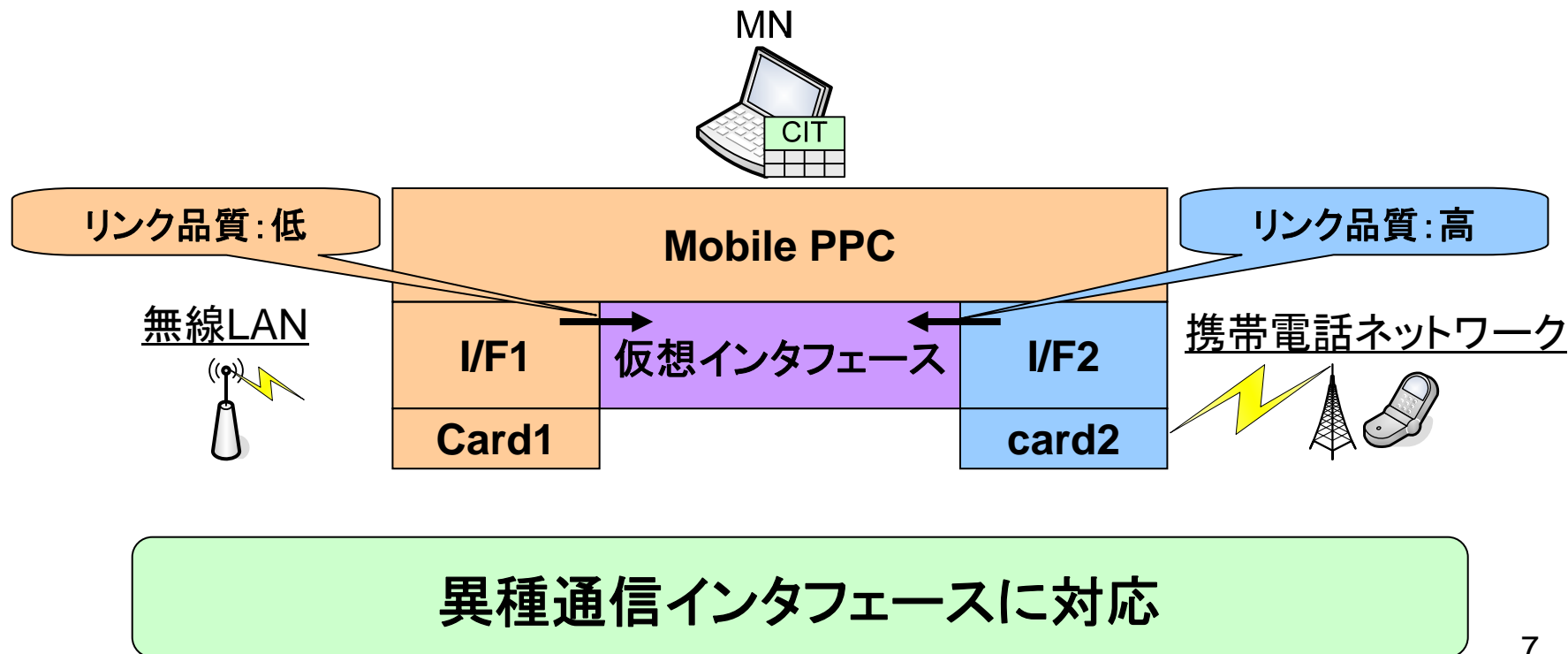
※ 無線LANのリンク情報の取得にのみ対応した場合



各種インタフェースに対応した実装を行う必要がある

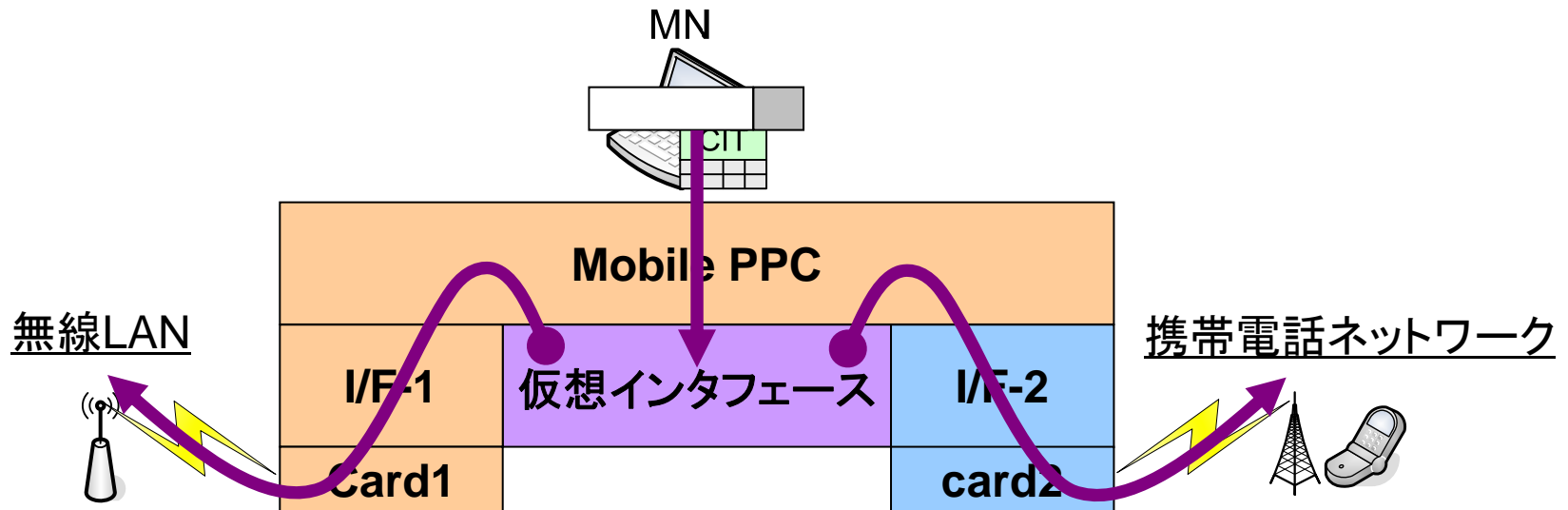
仮想インタフェースの導入

- 通信I/F情報は仮想I/Fのみが認識
 - 各種通信I/Fのリンク情報を一括管理
- 各種通信I/Fの種類による差異を吸収する



仮想I/Fを使用したパケットの送信

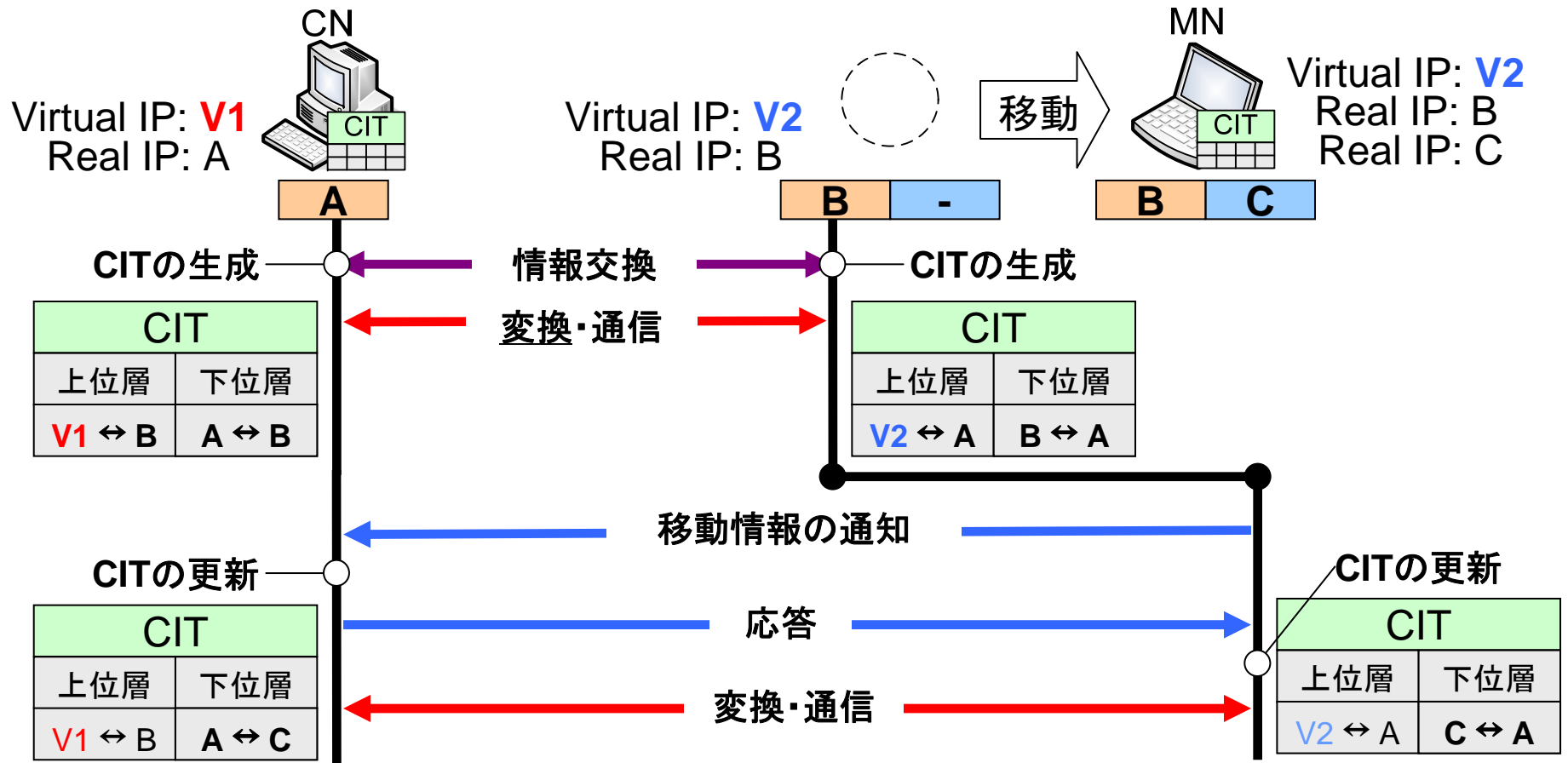
- 仮想I/FにもIPアドレスを与える(仮想IPアドレス)
- 上位プロセスは仮想インタフェースのみを意識する
 - 全ての送信パケットは仮想インタフェースへ渡される



より適切な通信網を使用可能

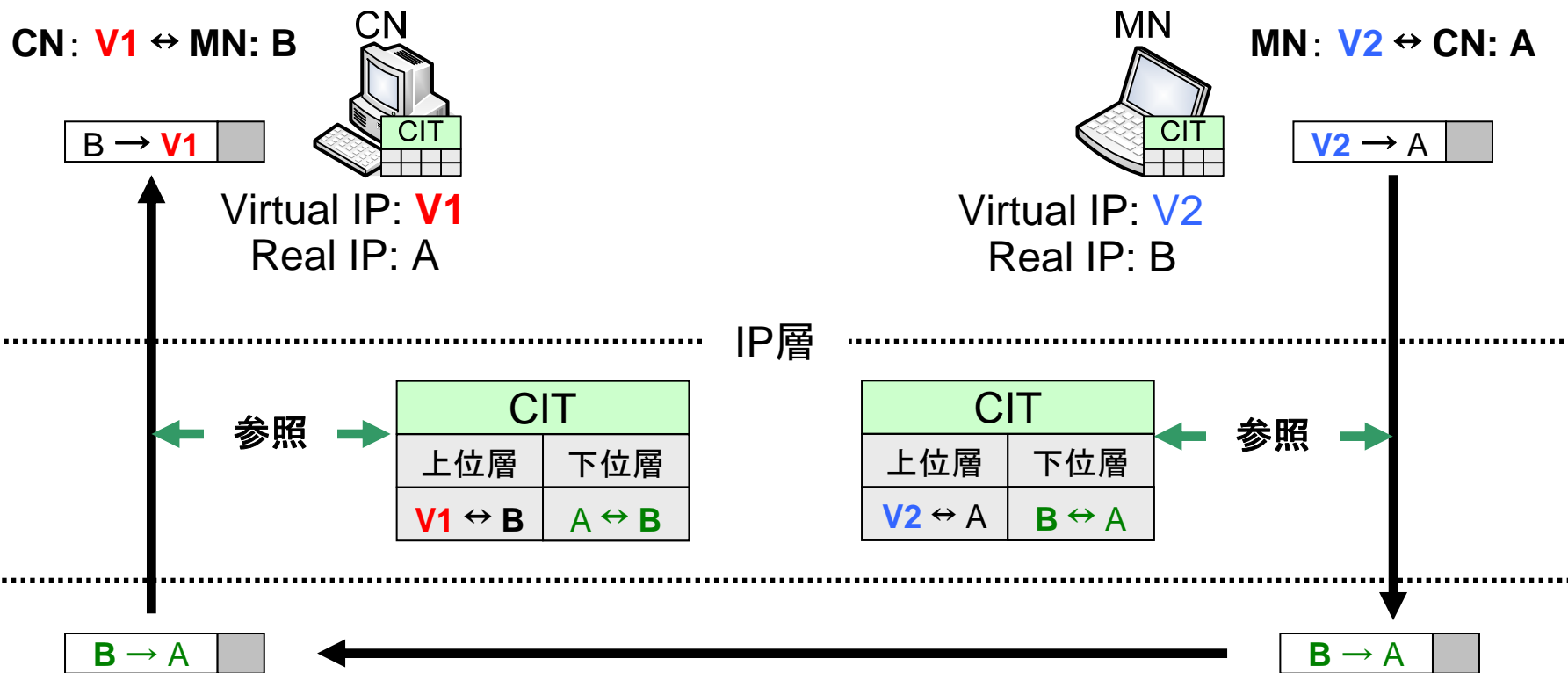
提案方式のMobile PPCの動作概要

- CITは上位層と下位層の情報を保持する



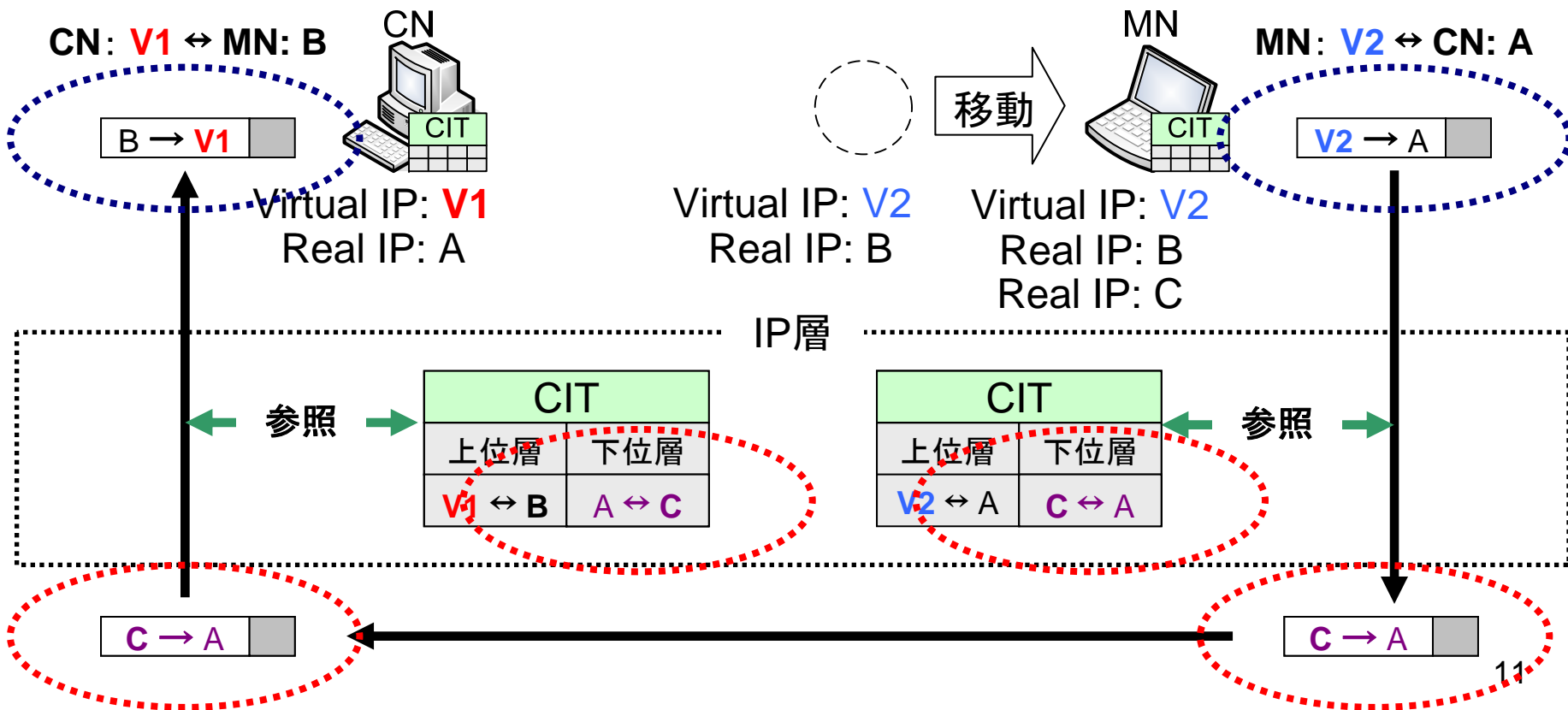
提案方式のアドレス変換の様子

- 移動に係わらず常にアドレスを変換する
- 移動してもアドレスの変化は隠蔽される



提案方式のアドレス変換の様子

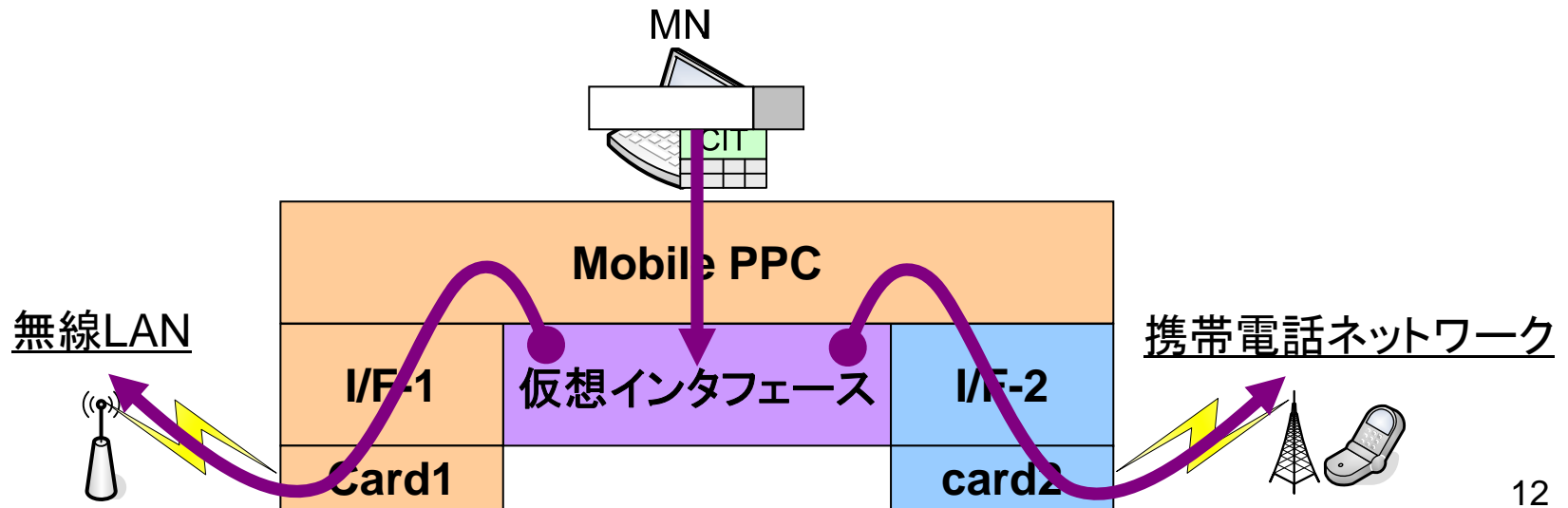
- 移動に係わらず常にアドレスを変換する
- 移動してもアドレスの変化は隠蔽される



仮想IPアドレスについて

- 仮想IPアドレスは他のノードから認識されない
 - グローバルユニークである必要がない
 - 全てのノードで全く同じIPアドレスを使用できる
 - 仮想IPアドレスはノードが自動で生成する

仮想IPアドレスは管理が不要



まとめ

- Mobile PPCの概要について述べた
- 異種通信デバイスを使用する場合の各種通信インタフェース間の差異を吸収する方法について述べた
- 仮想インタフェースを導入することによるMobile PPCの動作の変化について述べた
- 今後は仮想インタフェースの実装と測定を行う