

Mobile PPC における仮想インターフェースの提案

水谷 智大*, 鈴木 秀和, 渡邊 晃(名城大学)

Proposal of a virtual interface in Mobile PPC
Tomohiro Mizutani, Hidekazu Suzuki, Akira Watanabe (Meijo University)

1. はじめに

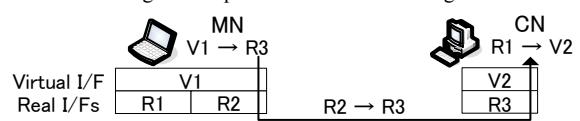
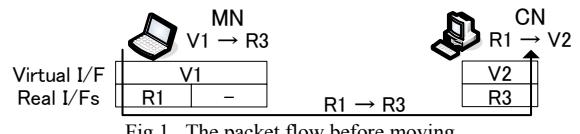
IP 通信において、通信中に移動しても通信を継続できる移動透過性は重要である。移動透過性を実現する技術として、我々は Mobile PPC (Mobile Peer-to-Peer Communication) [1]を提案している。しかし移動時、IP アドレスの取得に多くの時間を要し、その間のパケットロスが避けられない。そこで、2つの LAN インタフェース（以下 I/F）を使用することにより、パケットロスをなくす方法を検討している[2]。しかしこの方法では、上位層が I/F の変化を識別してしまい、通信を継続できなくなるという課題があった。本稿では、Mobile PPC に仮想 I/F を導入することにより、この課題を解決する方法を提案する。

2. Mobile PPC におけるシームレスハンドオーバ

Mobile PPC では、端末の移動前後のコネクション情報を記した CIT (Connection ID Table) を IP 層に保持し、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、移動透過性を実現する。MN (Mobile Node) が移動後、新しく IP アドレスを取得すると、CN (Correspondent Node) との間で移動情報を交換し、各々の CIT を更新する。以後、両端末は CIT を用いてパケットの IP アドレスを移動後の IP アドレスに変換する。以上の処理により IP アドレスの変化を上位層から隠蔽し、通信を継続できる。しかし、IP アドレスの取得に多くの時間を要し、パケットロスが大量に発生する。そこで2つの LAN I/F を交互に切替えて移動時のロスの発生を防止する、シームレスハンドオーバーの方法を検討している。しかしトランスポート層では、I/F を含む経路情報をホストキャッシュに維持している。そのため I/F が切替わるとホストキャッシュと I/F との間に相違が生じ、通信が継続できないという課題がある。

3. Mobile PPC における仮想 I/F の提案

上記課題を解決するため、仮想的な I/F（以下仮想 I/F）を導入する。仮想 I/F の IP アドレスは自律的に生成し、固定とする。トランスポート層が仮想 I/F を出力 I/F として通信を行うことにより、ホストキャッシュには仮想 I/F が登録され、実 I/F を切替えてもホストキャッシュと I/F との間に相違が生じなくなる。また仮想 I/F を生成後、自分の実 IP アドレスを隠蔽するため、仮想 IP アドレスを移動前の IP アドレス、実 IP アドレスを移動後の IP アドレスとして CIT



に登録しておくこととする。MN が移動した時の MN から CN へのパケットの流れを、Fig.1, Fig.2 に示す。

Fig.1, Fig.2 において A → B は、送信元が A、宛先が B のパケットを示す。V1, V2 はそれぞれ MN, CN の仮想 IP アドレスである。また、MN は 2 つの I/F を搭載しており、R1 は移動前に、R2 は移動後に取得した実 IP アドレスである。R3 は CN の実 IP アドレスである。

移動前、MN は CIT を用いて IP 層においてパケットの送信元 IP アドレスを V1 から R1 に変換して送信する。CN は上記パケットの受信後、宛先 IP アドレスを R3 から V2 に変換して上位層に渡す。そのため、MN の上位層は自分のアドレスを V1、CN のアドレスを R3 と認識し、同様に CN の上位層は自分のアドレスを V2、MN のアドレスを通信開始時のアドレス R1 と認識する。ここで MN が通信中に移動すると、I/F を切替えて IP アドレス R2 を取得する。ここで MN の I/F は切替わるが、ホストキャッシュには仮想 I/F が登録されているため上位層には影響を与えない。MN と CN は移動情報を交換して CIT を更新し、以後は送信元 IP アドレスが V1 から R2 に変換される。CN は上記パケットを受信後、更新した CIT によって R2 から MN の移動前の R1 に変換する。以上の処理により、I/F の切替えはトランスポート層に意識されず、また仮想 I/F と移動による IP アドレスの変化を隠蔽することができる。

4. まとめ

Mobile PPC における仮想 I/F の必要性と実現方法を述べた。今後は実装と性能評価を行う予定である。

文 献

- [1] 竹内. 他 : 情報処理学会論文誌, Vol. 47, No. 12, pp. 3244-3257, 2006
[2] 金本. 他 : 情報処理学会研究報告, 2008-MBL-44, Vol. 2008, No. 18, pp. 91-98, 2008

Mobile PPCにおける 仮想インターフェースの提案

名城大学 理工学部
水谷智大, 鈴木秀和, 渡邊晃

はじめに

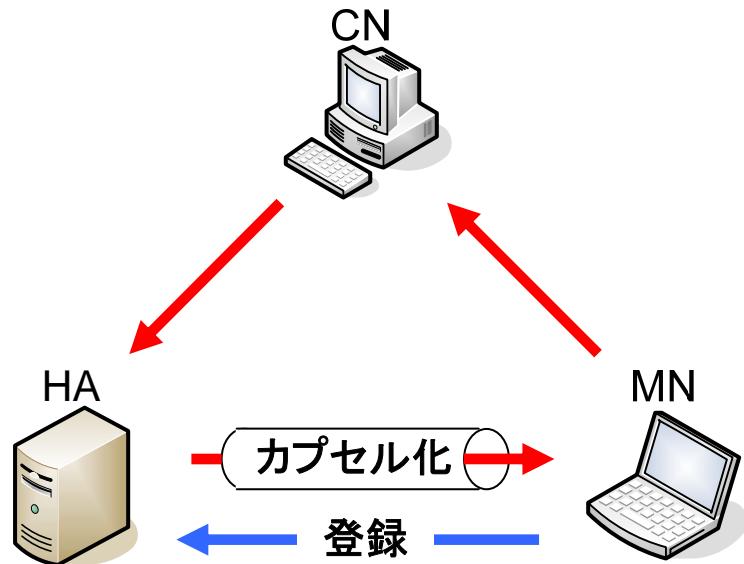
- 移動しながら通信したいという需要が増加
 - 無線ネットワークの普及, 移動端末の増加
- 移動しても通信が途切れない移動透過性の研究
 - 移動に伴い, IPアドレスが変化
 - IPアドレスの変化により, IP通信は切斷
- 移動透過性を実現するIPv4プロトコル
 - 移動透過性技術はIPv6に多いが, IPv6が普及せず
 - 今後もIPv4は継続して使用されると予想される

Mobile IP

Mobile PPC

Mobile IPとMobile PPC

Mobile IP



プロキシサーバ経由の通信

- ・HAが必要
- ・HAへのMNのIPアドレスの登録が必要
- ・経路の冗長化
- ・HAによる一点障害の脆弱性
- ・カプセル化によるパケットサイズの冗長化

Mobile PPC

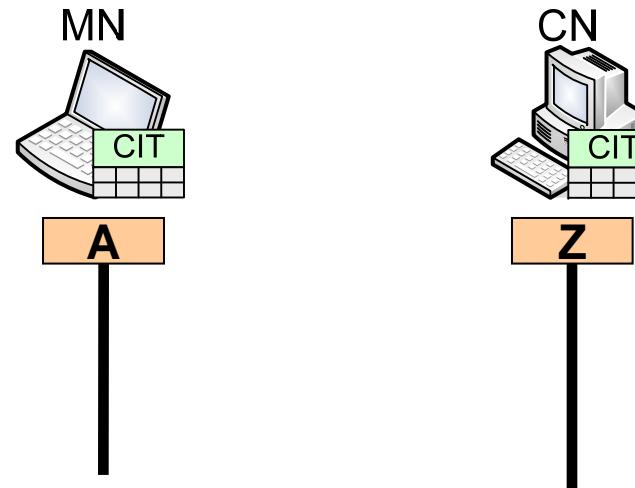


エンド・エンドの通信

- ・パケットのIPアドレスの変換
- ・Mobile IPの上記課題を解決

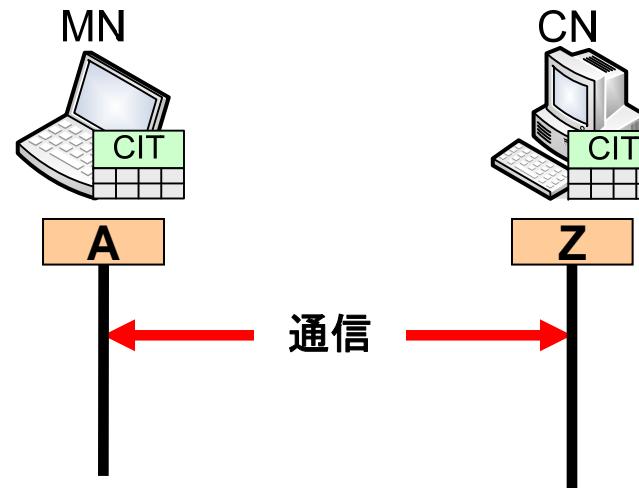
Mobile PPCの動作概要

- 移動後, CITを基にパケットのIPアドレスを変換
 - CIT: アドレス変換テーブル, IP層に保持



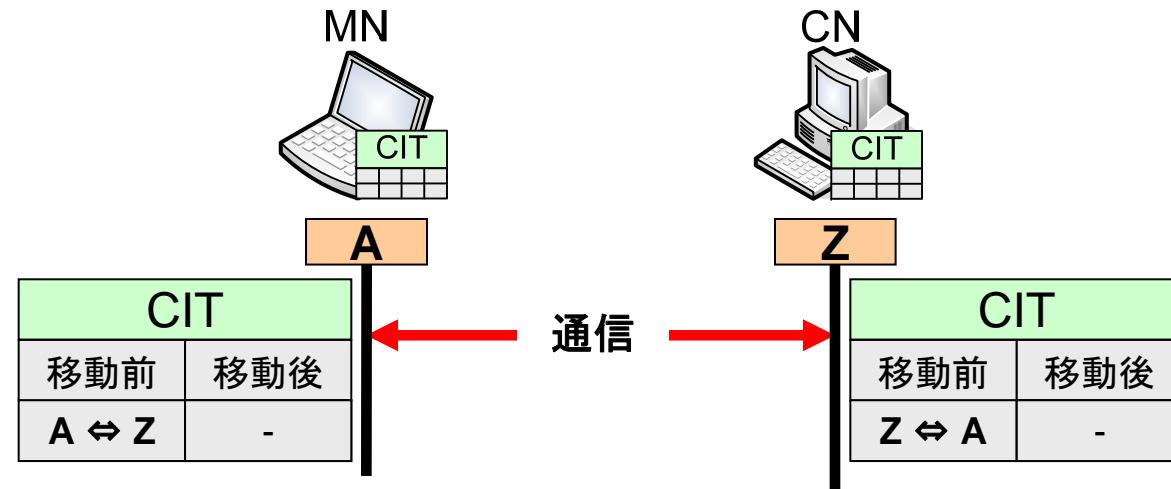
Mobile PPCの動作概要

- 移動後、CITを基にパケットのIPアドレスを変換
 - CIT: アドレス変換テーブル、IP層に保持



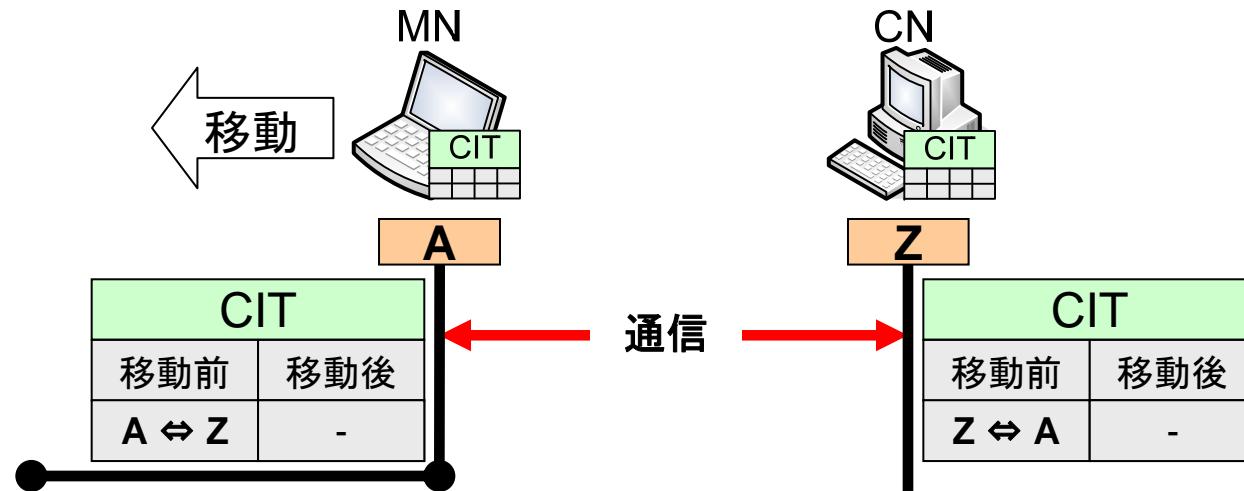
Mobile PPCの動作概要

- 移動後、CITを基にパケットのIPアドレスを変換
 - CIT: アドレス変換テーブル、IP層に保持



Mobile PPCの動作概要

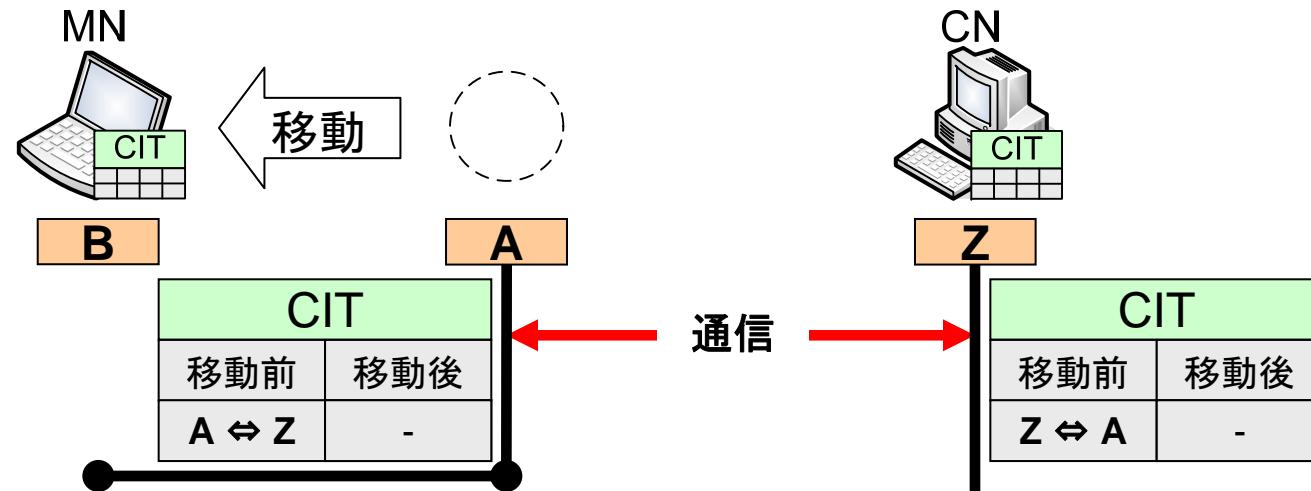
- 移動後、CITを基にパケットのIPアドレスを変換
 - CIT: アドレス変換テーブル、IP層に保持



※ CIT: Connection ID Table

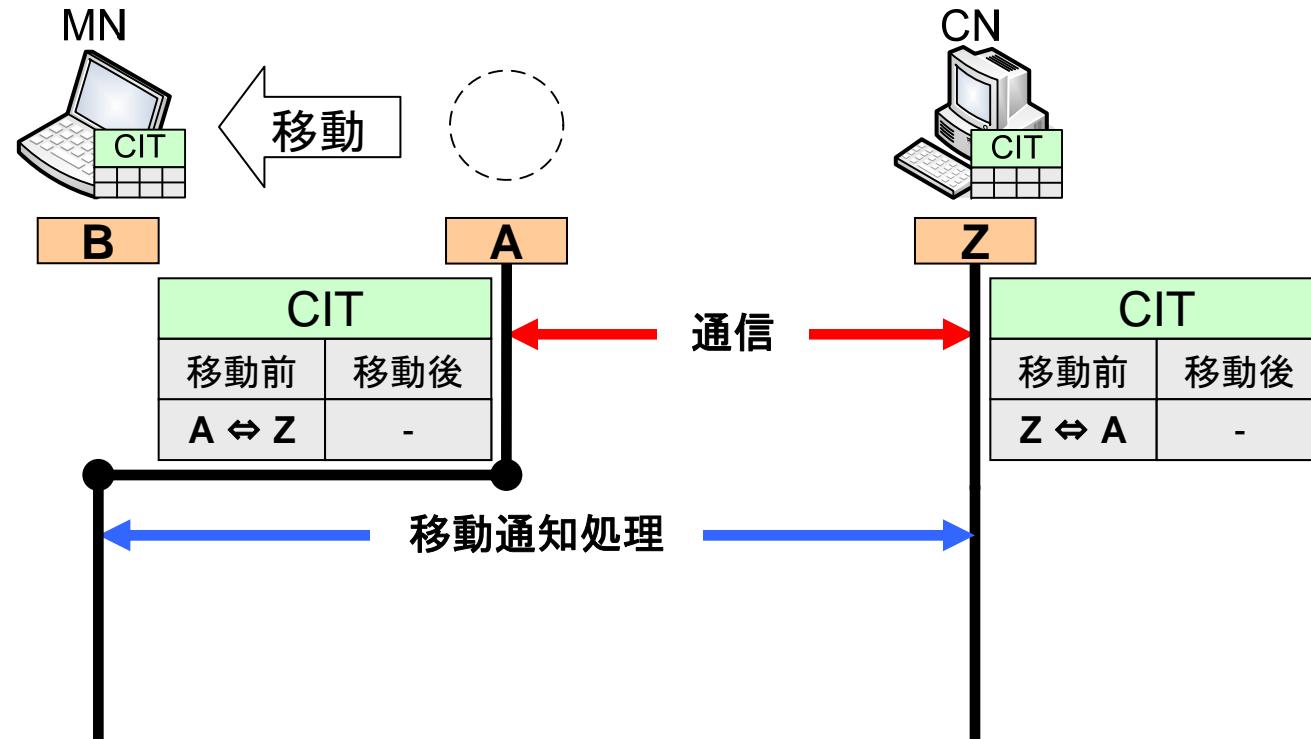
Mobile PPCの動作概要

- 移動後、CITを基にパケットのIPアドレスを変換
 - CIT: アドレス変換テーブル、IP層に保持



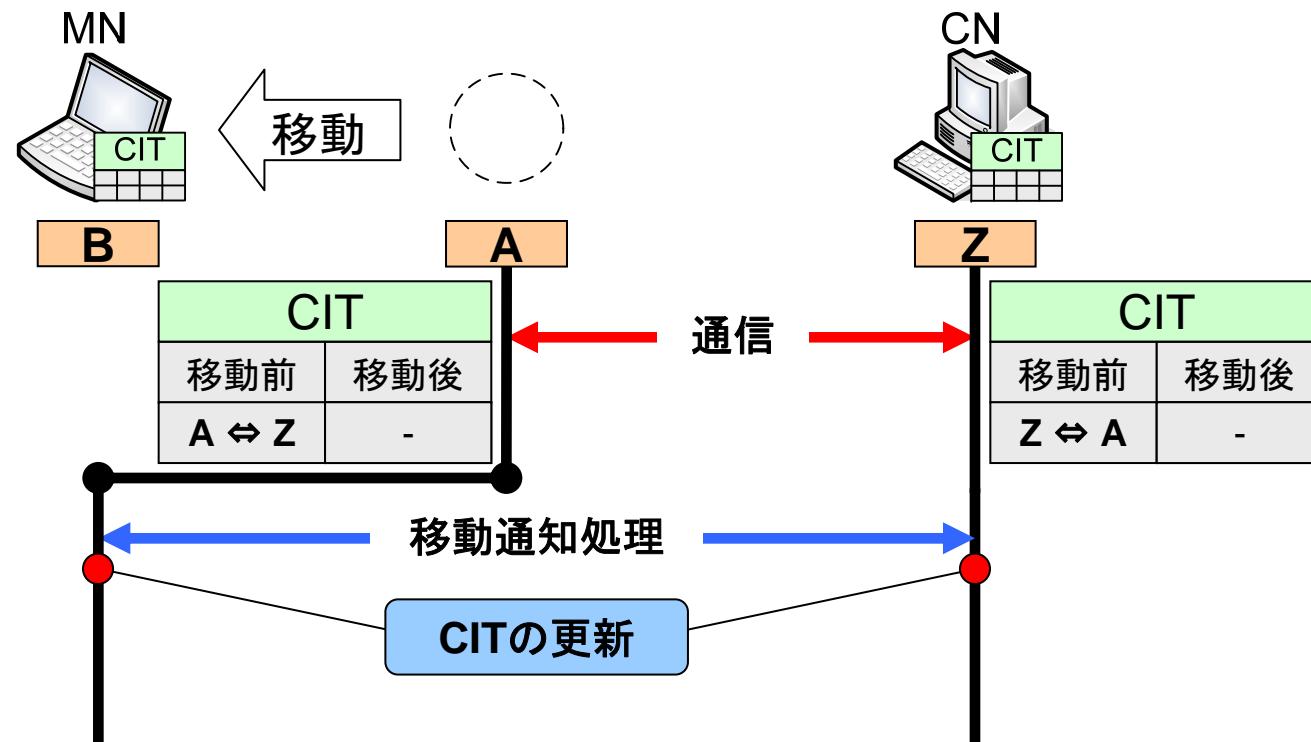
Mobile PPCの動作概要

- 移動後、CITを基にパケットのIPアドレスを変換
 - CIT: アドレス変換テーブル、IP層に保持



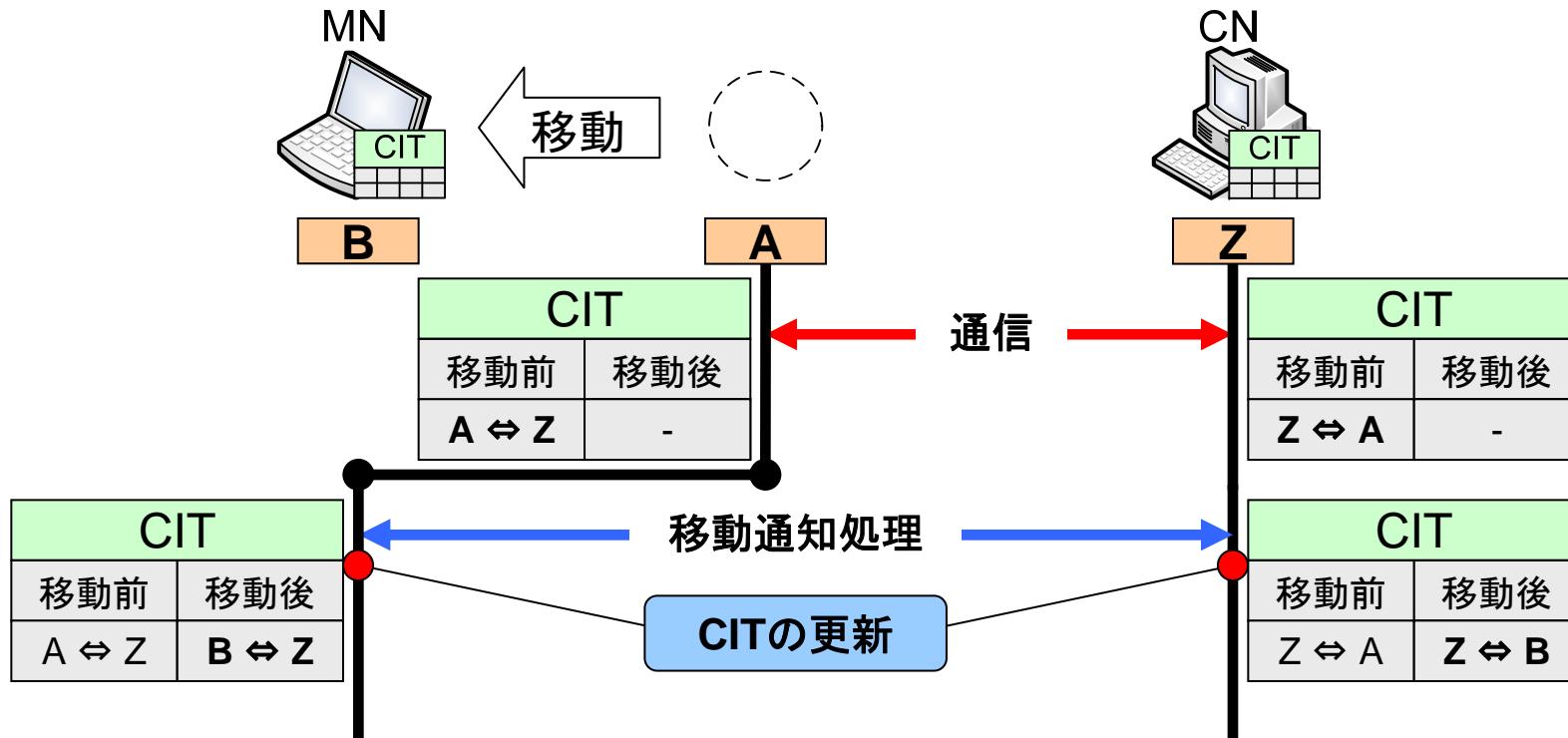
Mobile PPCの動作概要

- 移動後、CITを基にパケットのIPアドレスを変換
 - CIT: アドレス変換テーブル、IP層に保持



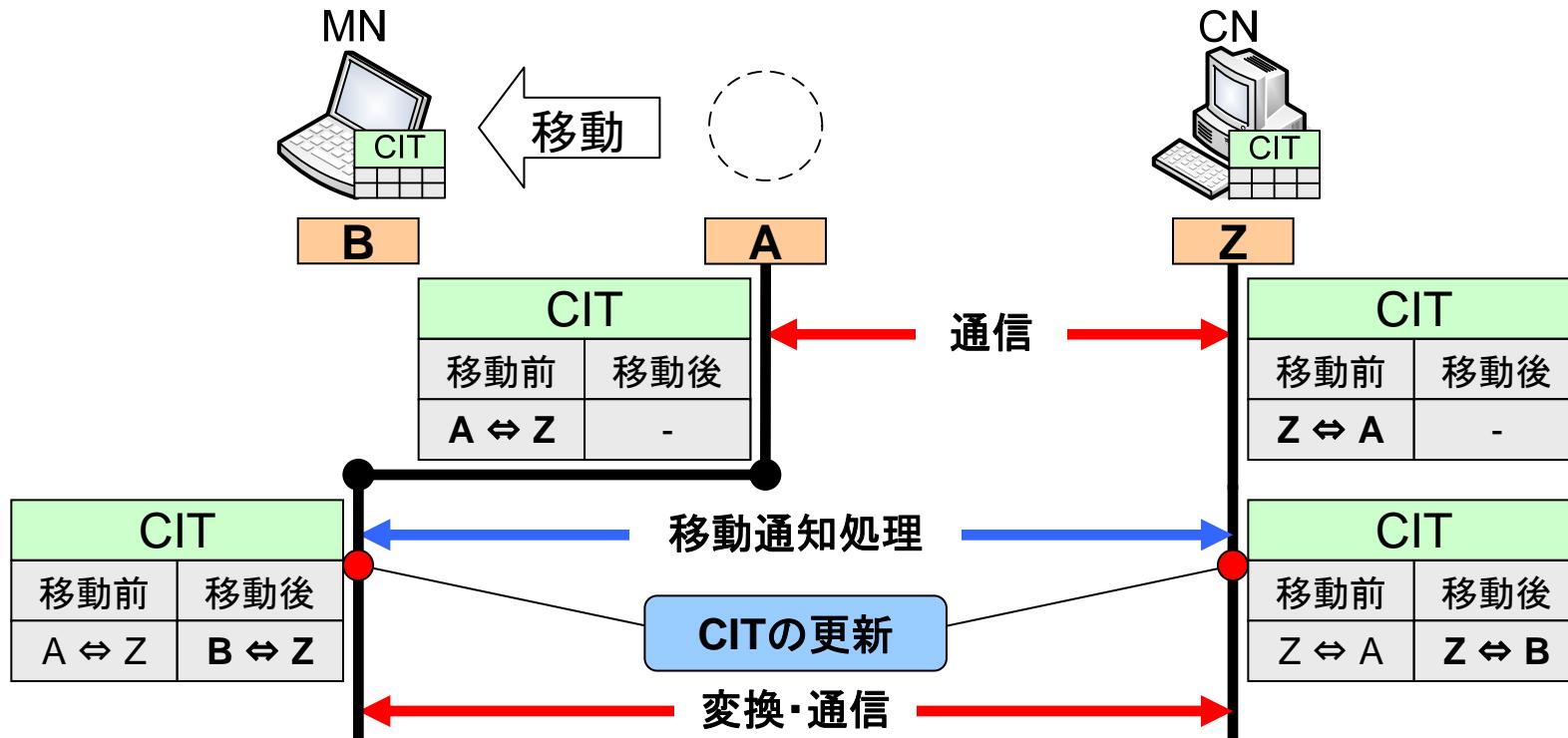
Mobile PPCの動作概要

- 移動後、CITを基にパケットのIPアドレスを変換
 - CIT: アドレス変換テーブル、IP層に保持



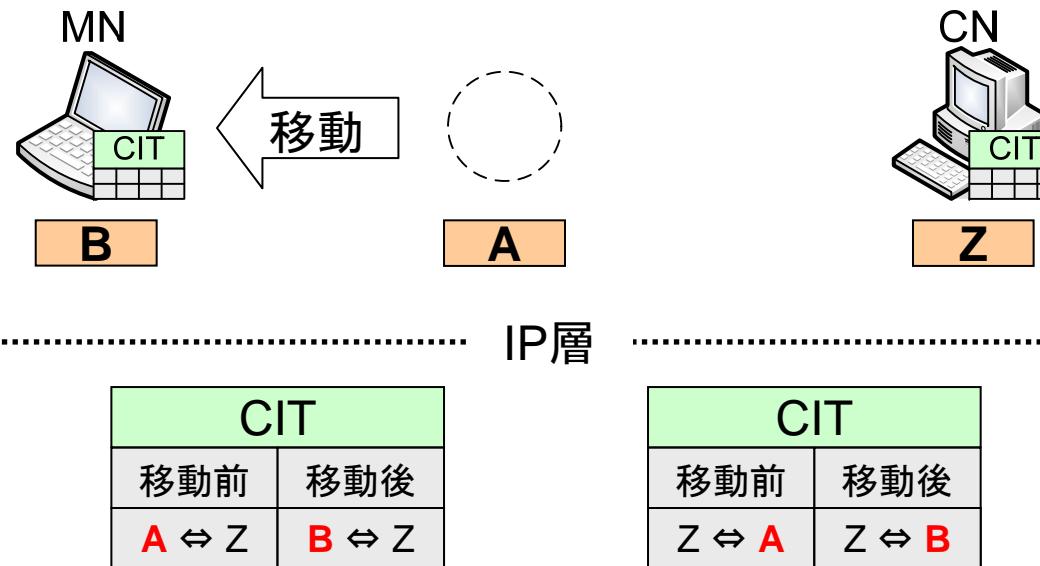
Mobile PPCの動作概要

- 移動後、CITを基にパケットのIPアドレスを変換
 - CIT: アドレス変換テーブル、IP層に保持



Mobile PPCによるIPアドレス変換の様子

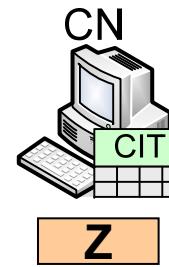
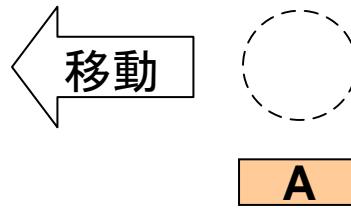
- CITに基づきパケットのIPアドレスの変換を行う
- 上位層に対し、IPアドレスの変化が隠蔽される



Mobile PPCによるIP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
- 上位層に対し、IPアドレスの変化が隠蔽される

MN: A ⇄ CN: Z MN



IP層

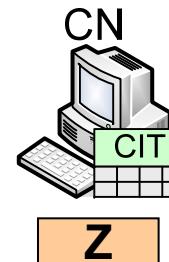
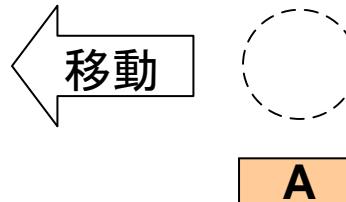
CIT	
移動前	移動後
A ⇄ Z	B ⇄ Z

CIT	
移動前	移動後
Z ⇄ A	Z ⇄ B

Mobile PPCによるIP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
- 上位層に対し、IPアドレスの変化が隠蔽される

MN: A ⇄ CN: Z MN



IP層

CIT	
移動前	移動後
A ⇄ Z	B ⇄ Z

CIT	
移動前	移動後
Z ⇄ A	Z ⇄ B

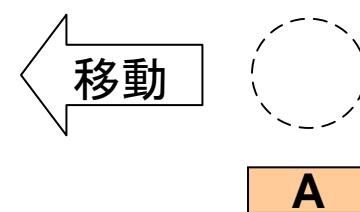
Mobile PPCによるIPアドレス変換の様子

- CITに基づきパケットのIPアドレスの変換を行う
- 上位層に対し、IPアドレスの変化が隠蔽される

MN: A ⇄ CN: Z MN

宛先	送信元	データ
Z	A	***

CIT



IP層

参照



CIT	
移動前	移動後
A ⇄ Z	B ⇄ Z



CIT	
移動前	移動後
Z ⇄ A	Z ⇄ B



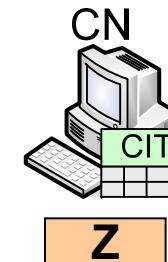
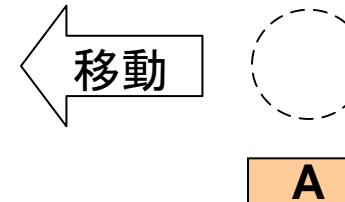
宛先	送信元	データ
Z	B	***

Mobile PPCによるIP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
- 上位層に対し、IPアドレスの変化が隠蔽される

MN: A ⇄ CN: Z

MN



Z

IP層

参照

CIT	
移動前	移動後
A ⇄ Z	B ⇄ Z

CIT	
移動前	移動後
Z ⇄ A	Z ⇄ B

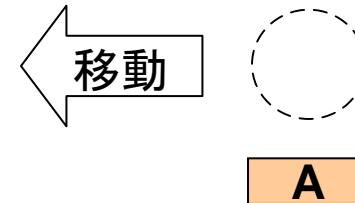
宛先 送信元 データ
Z B ***

Mobile PPCによるIP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
- 上位層に対し、IPアドレスの変化が隠蔽される

MN: A ⇄ CN: Z

MN



IP層

参照

CIT	
移動前	移動後
A ⇄ Z	B ⇄ Z

CIT	
移動前	移動後
Z ⇄ A	Z ⇄ B

宛先	送信元	データ
Z	B	***

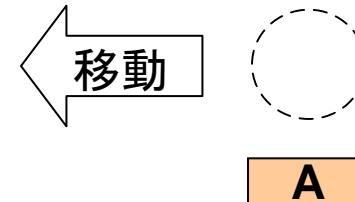
宛先	送信元	データ
Z	B	***

Mobile PPCによるIP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
- 上位層に対し、IPアドレスの変化が隠蔽される

MN: A ⇄ CN: Z

MN



IP層

CIT	
移動前	移動後
A ⇄ Z	B ⇄ Z

CIT	
移動前	移動後
Z ⇄ A	Z ⇄ B

参照

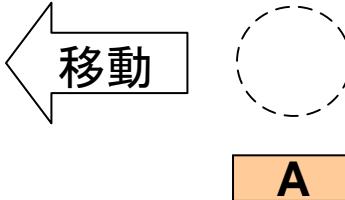
宛先	送信元	データ
Z	B	***

宛先	送信元	データ
Z	B	***

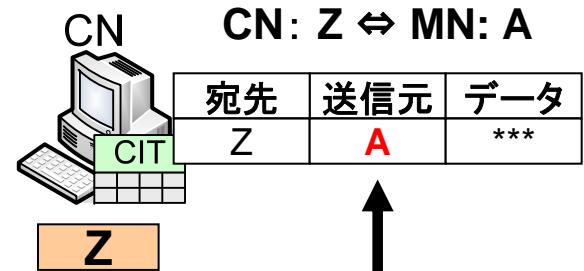
Mobile PPCによるIPアドレス変換の様子

- CITに基づきパケットのIPアドレスの変換を行う
- 上位層に対し、IPアドレスの変化が隠蔽される

MN: A ⇄ CN: Z MN



CN: Z ⇄ MN: A



IP層

CIT	
移動前	移動後
A ⇄ Z	B ⇄ Z

CIT	
移動前	移動後
Z ⇄ A	Z ⇄ B

参照

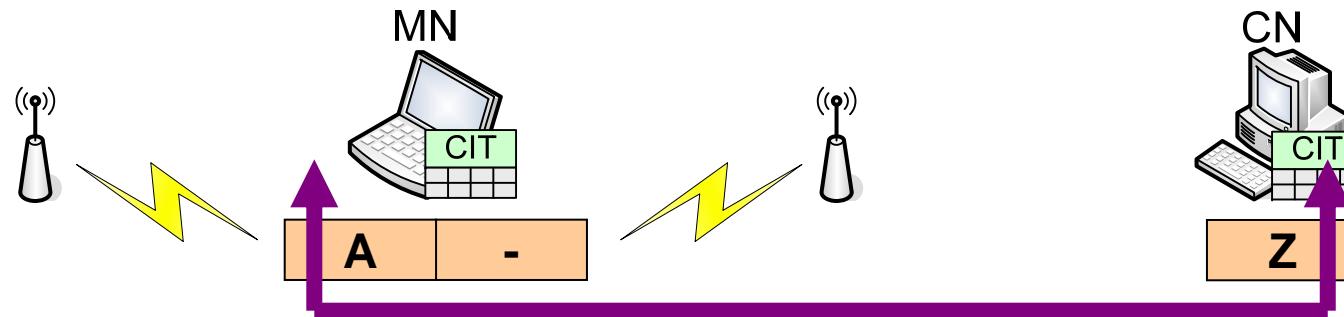
参照

宛先	送信元	データ
Z	B	***

宛先	送信元	データ
Z	B	***

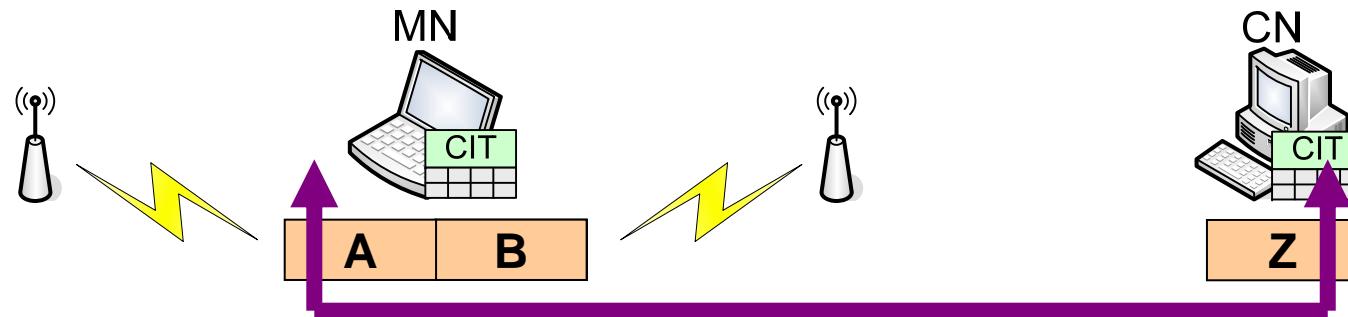
Mobile PPCの課題

- TCPでは2枚のLANインターフェースを使用できない
 - IPアドレス取得に時間がかかり、パケットロスが大量発生
 - 一方で通信中、もう一方でIPアドレスを取得
 - インタフェースを切り替えて通信



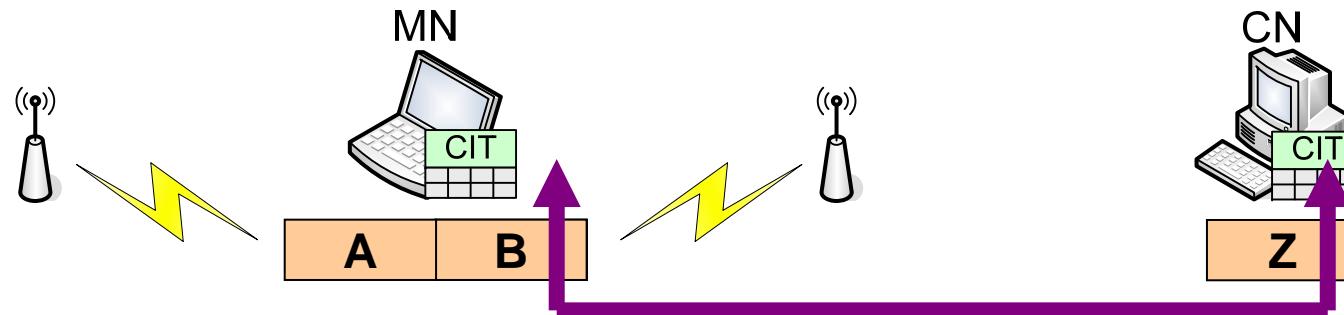
Mobile PPCの課題

- TCPでは2枚のLANインターフェースを使用できない
 - IPアドレス取得に時間がかかり、パケットロスが大量発生
 - 一方で通信中、もう一方でIPアドレスを取得
 - インタフェースを切り替えて通信



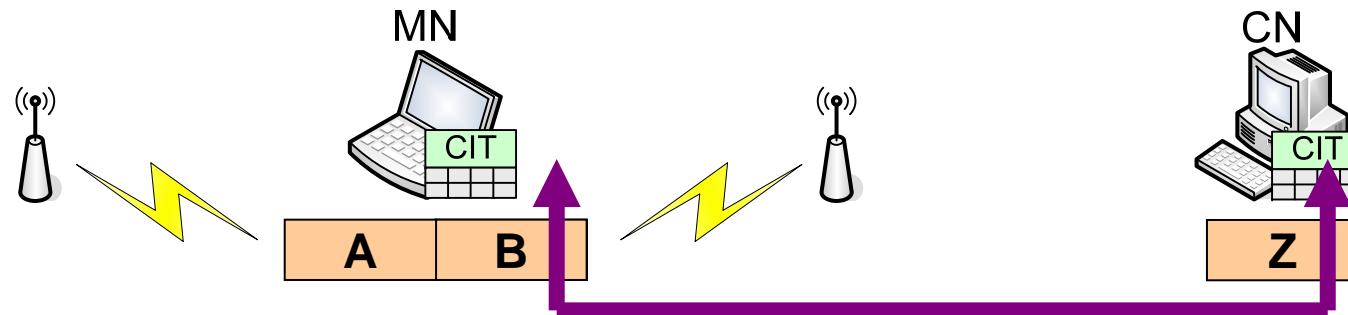
Mobile PPCの課題

- TCPでは2枚のLANインターフェースを使用できない
 - IPアドレス取得に時間がかかり、パケットロスが大量発生
 - 一方で通信中、もう一方でIPアドレスを取得
 - インタフェースを切り替えて通信



Mobile PPCの課題

- TCPでは2枚のLANインターフェースを使用できない
 - IPアドレス取得に時間がかかり、パケットロスが大量発生
 - 一方で通信中、もう一方でIPアドレスを取得
 - インタフェースを切り替えて通信



通信開始時、トランスポート層が出力インターフェース情報をキャッシュする
インターフェースが切り替わると、出力すべきインターフェースとキャッシュに相違

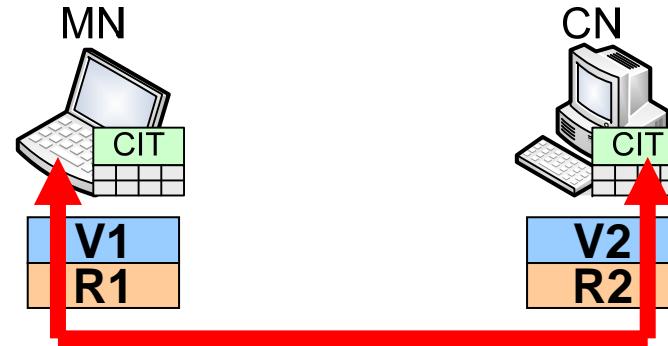
インターフェースが切り替わるとTCP通信が切斷される

提案 – 仮想インターフェースの導入

仮想インターフェース: 上位層と下位層の通信の分離を行う

MNの上位層: V1 \Leftrightarrow R2

MNの下位層: R1 \Leftrightarrow R2



Mobile IP

- ・HoAとCoAを持つ
- ・上位プロセスはHoAのみを意識する
- ・ホームネットワークではHoAを実IPアドレスとして使用する
→HoAはグローバルユニークである必要がある

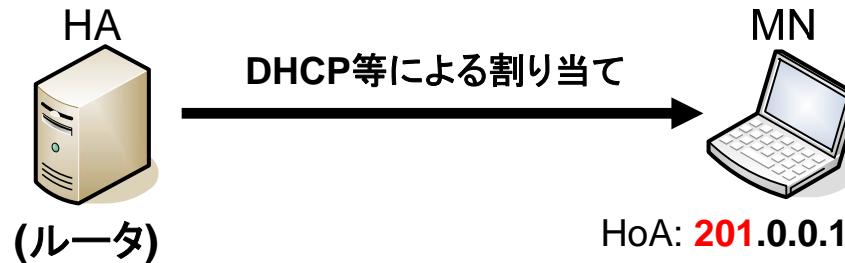
Mobile PPC

- ・仮想IPアドレスと実IPアドレスを持つ
- ・上位プロセスは仮想IPアドレスのみを意識する
- ・仮想IPアドレスは他端末から認識されない
→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

仮想IPアドレスについて

Mobile IP

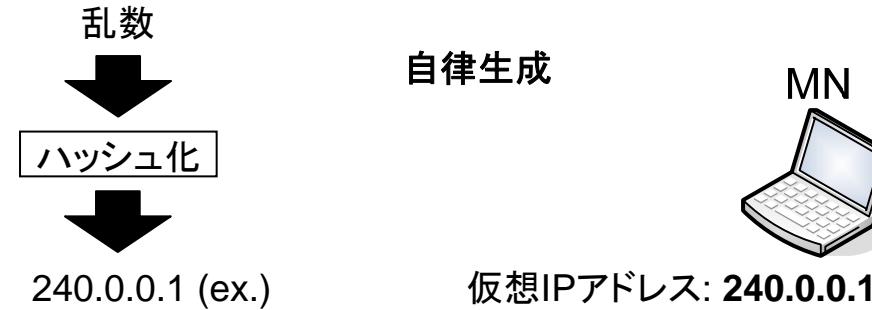
ホームネットワーク
プレフィックス: 201.x.x.x



アドレスの管理が必要

Mobile PPC

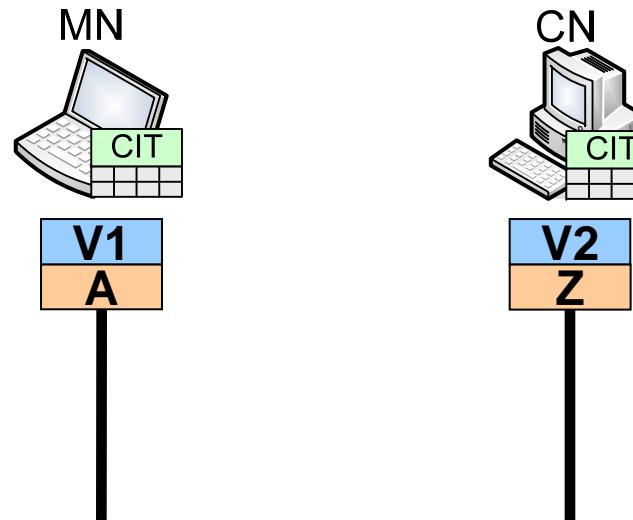
仮想インターフェース



アドレスの管理が不要

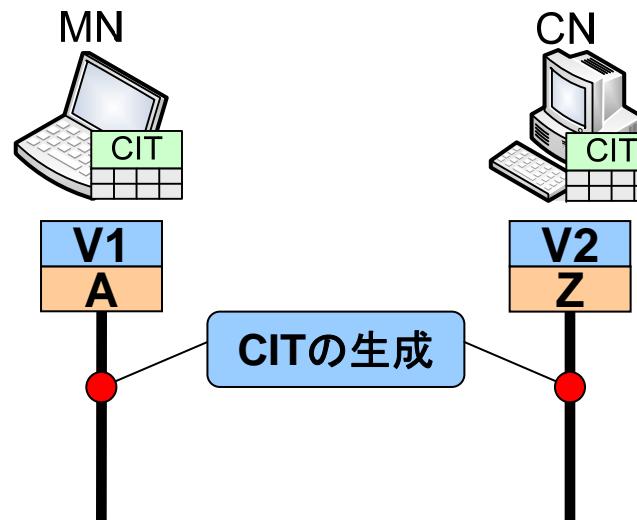
提案方式の動作概要

- CITを参照し、パケットのIPアドレスを仮想IPアドレスから実IPアドレスに変換する



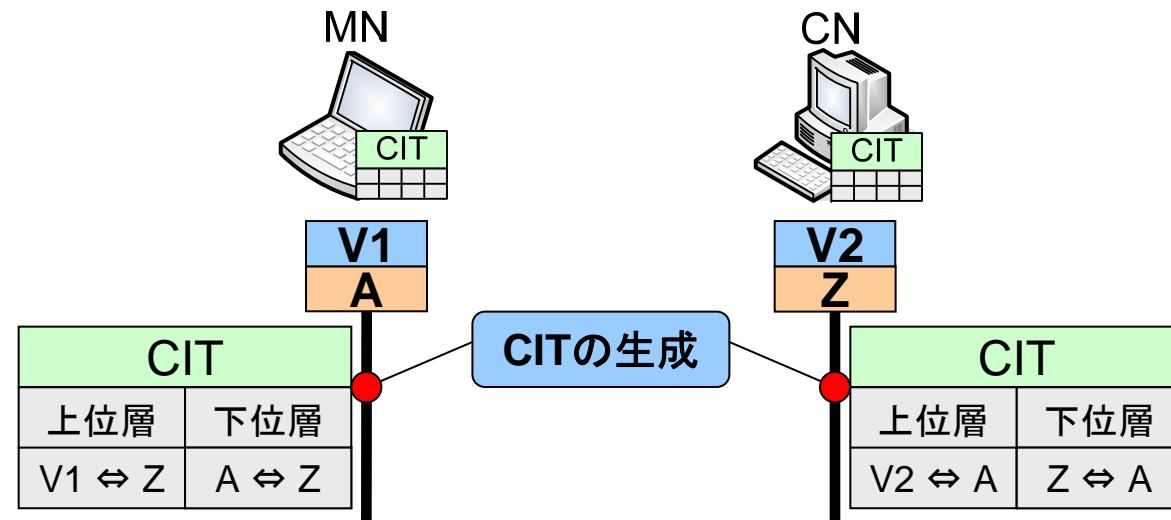
提案方式の動作概要

- CITを参照し、パケットのIPアドレスを仮想IPアドレスから実IPアドレスに変換する



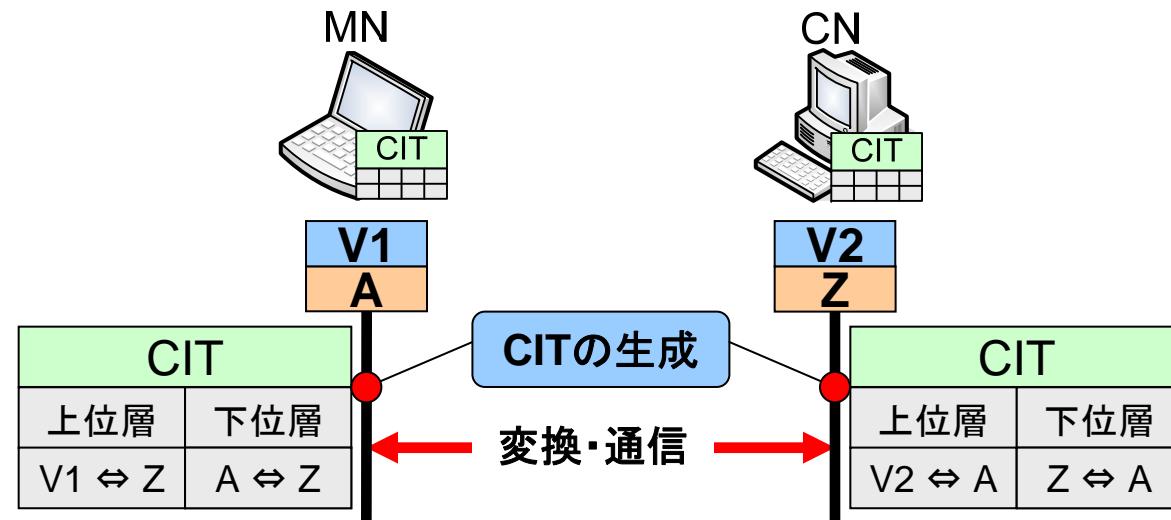
提案方式の動作概要

- CITを参照し、パケットのIPアドレスを仮想IPアドレスから実IPアドレスに変換する



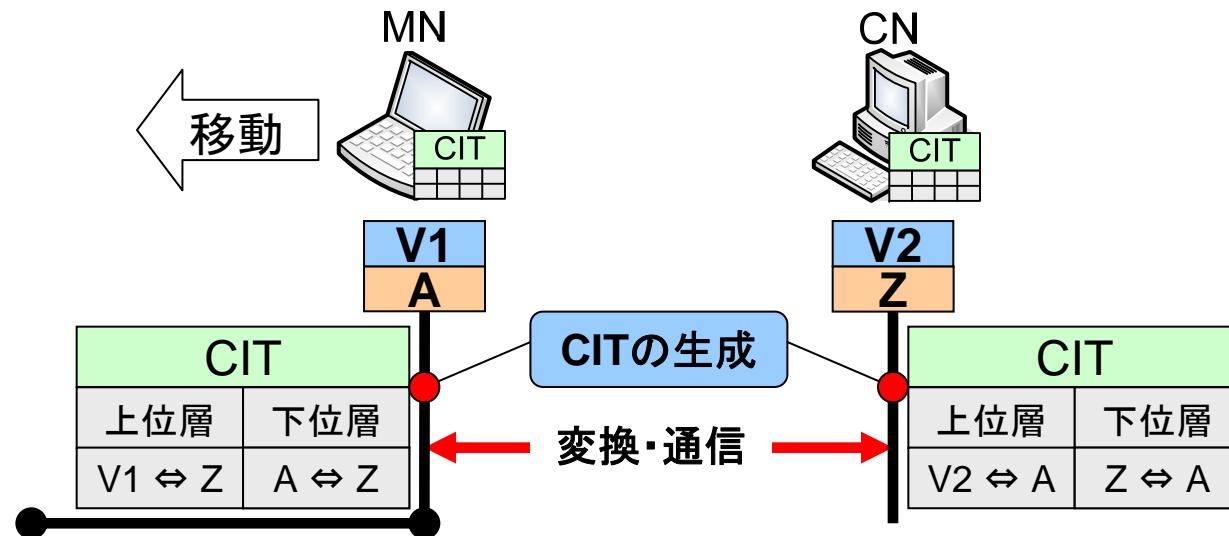
提案方式の動作概要

- CITを参照し、パケットのIPアドレスを仮想IPアドレスから実IPアドレスに変換する



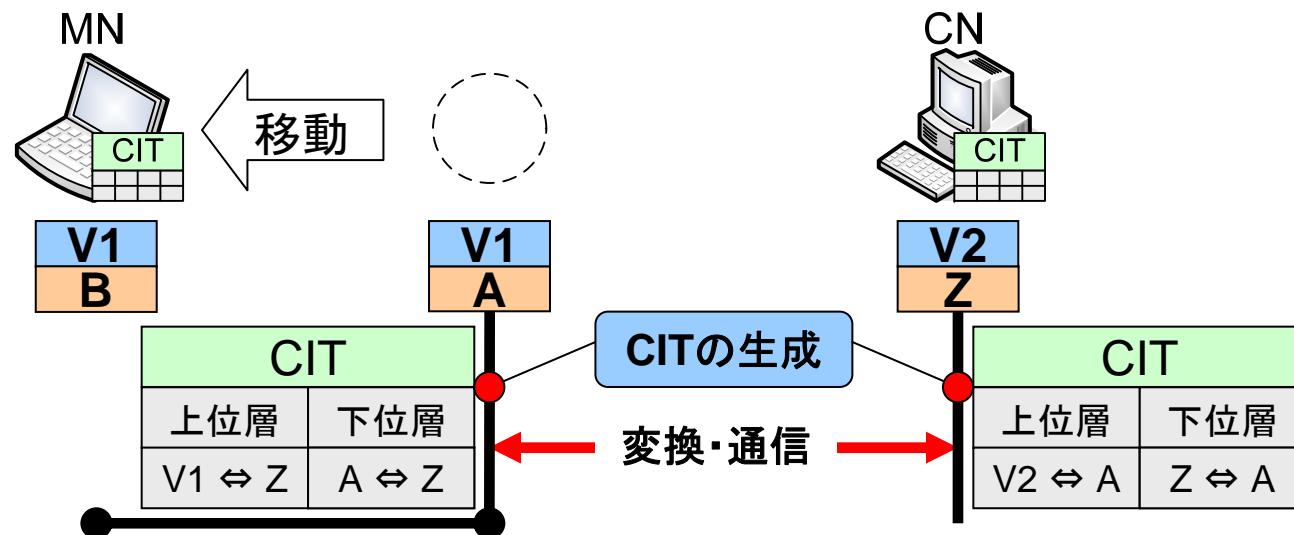
提案方式の動作概要

- CITを参照し、パケットのIPアドレスを仮想IPアドレスから実IPアドレスに変換する



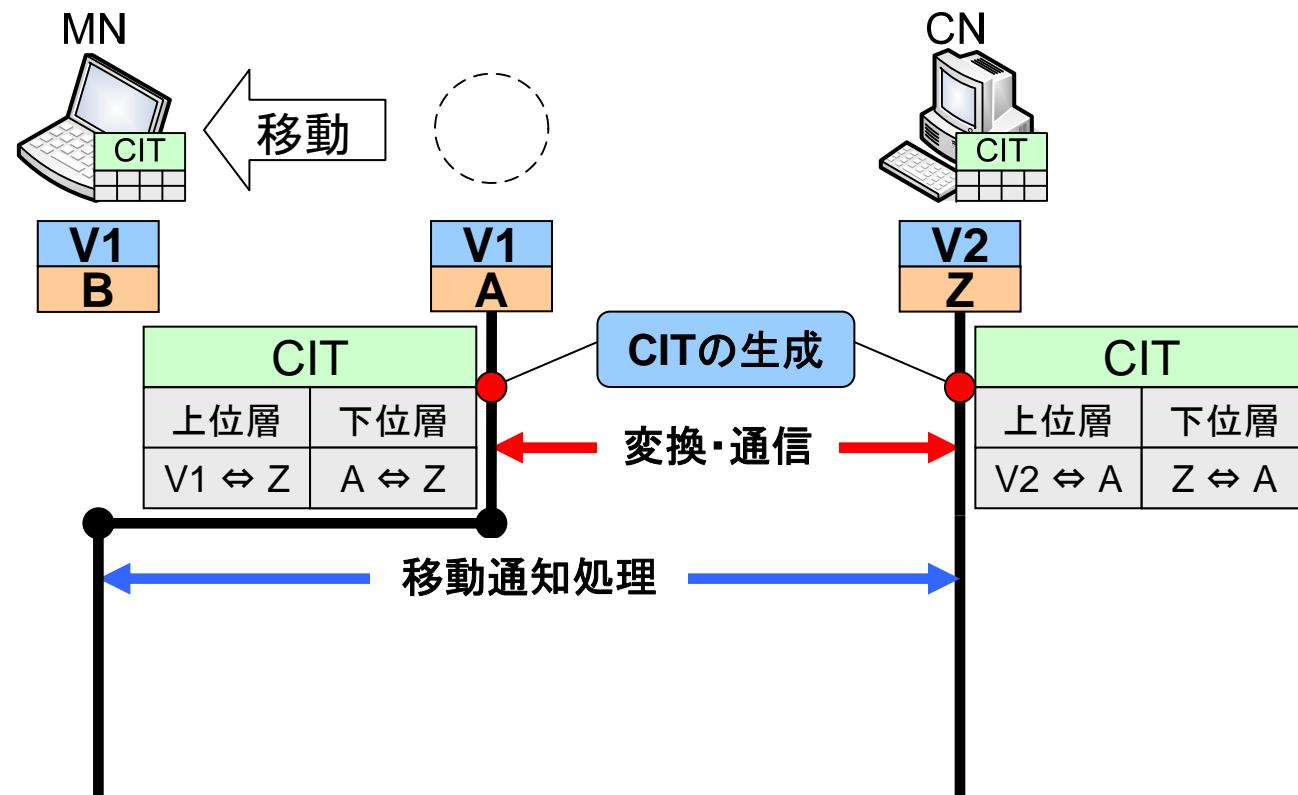
提案方式の動作概要

- CITを参照し、パケットのIPアドレスを仮想IPアドレスから実IPアドレスに変換する



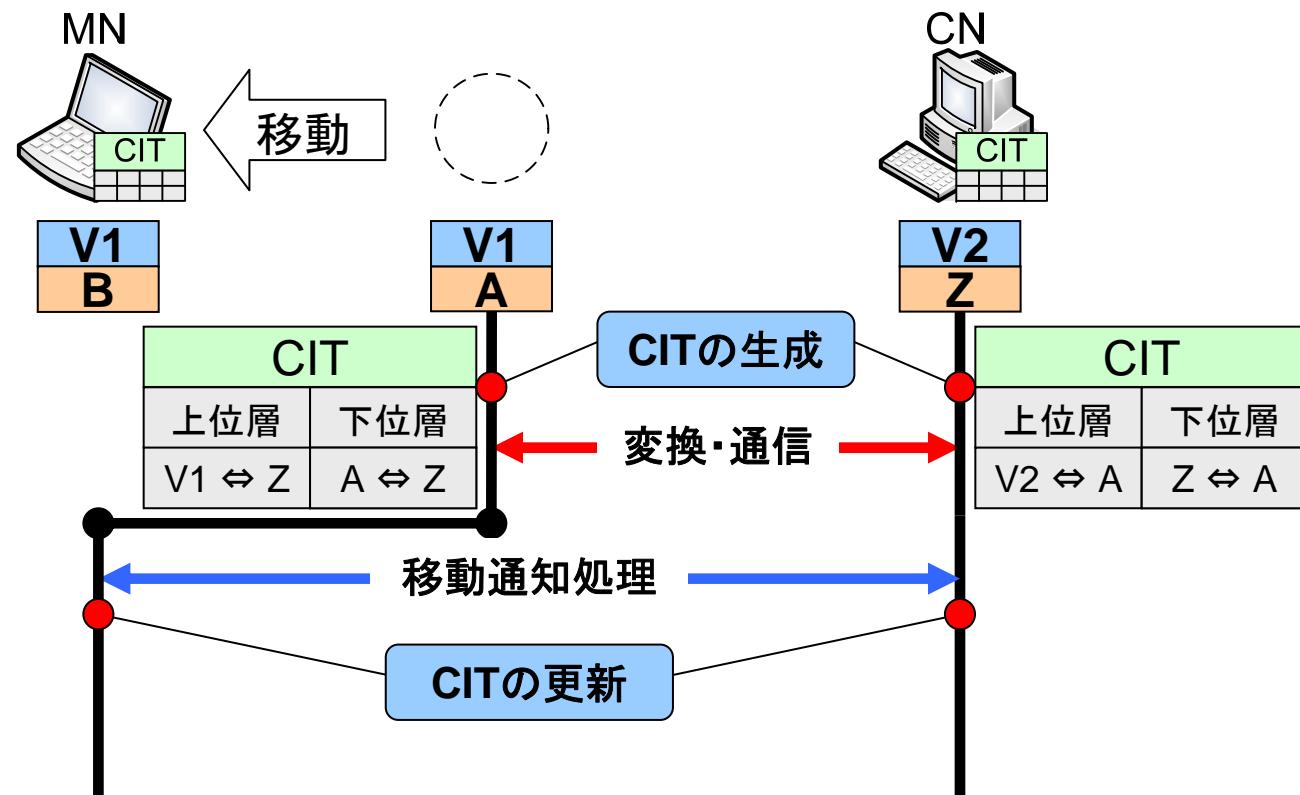
提案方式の動作概要

- CITを参照し、パケットのIPアドレスを仮想IPアドレスから実IPアドレスに変換する



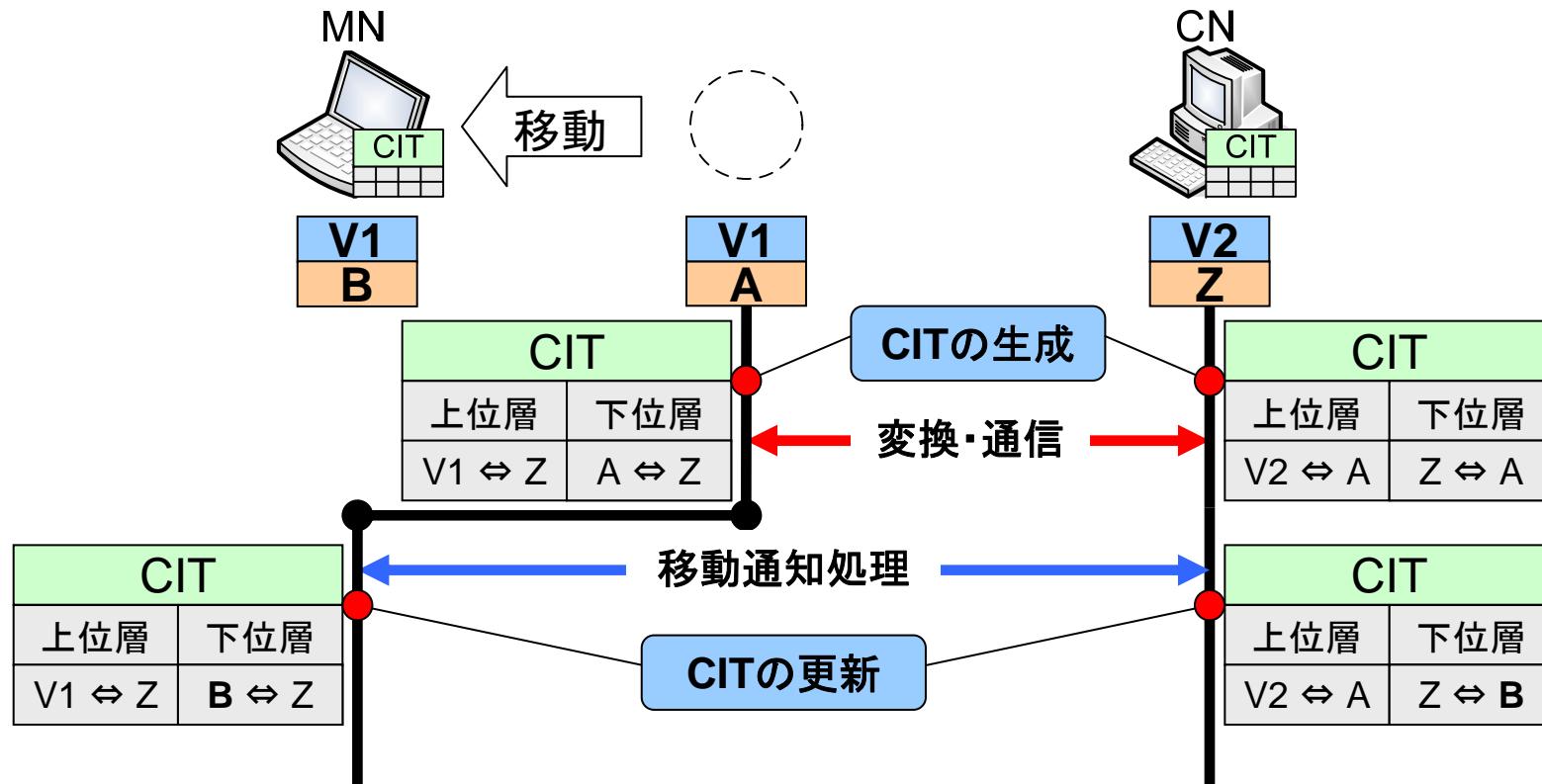
提案方式の動作概要

- CITを参照し、パケットのIPアドレスを仮想IPアドレスから実IPアドレスに変換する



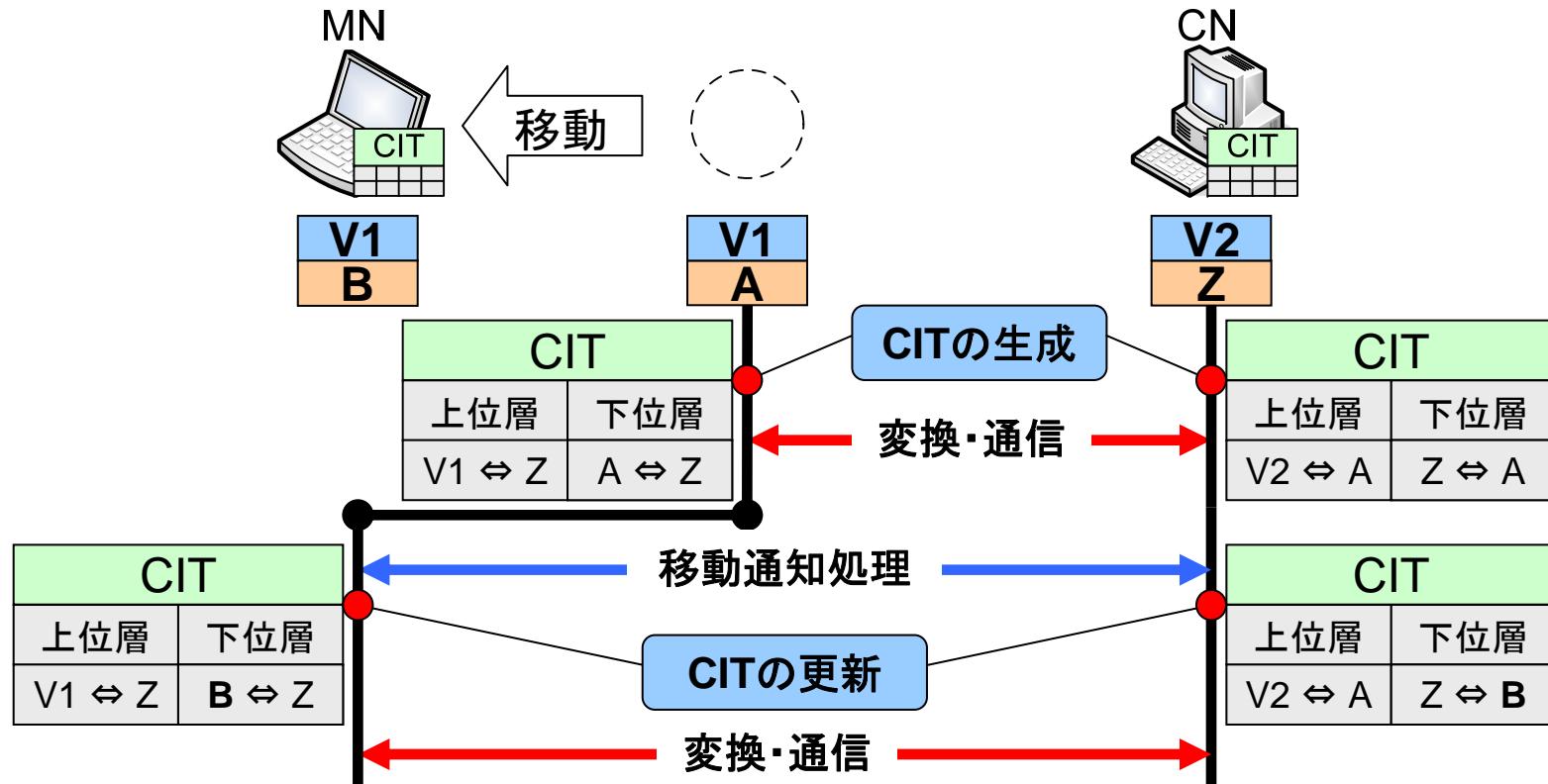
提案方式の動作概要

- CITを参照し、パケットのIPアドレスを仮想IPアドレスから実IPアドレスに変換する



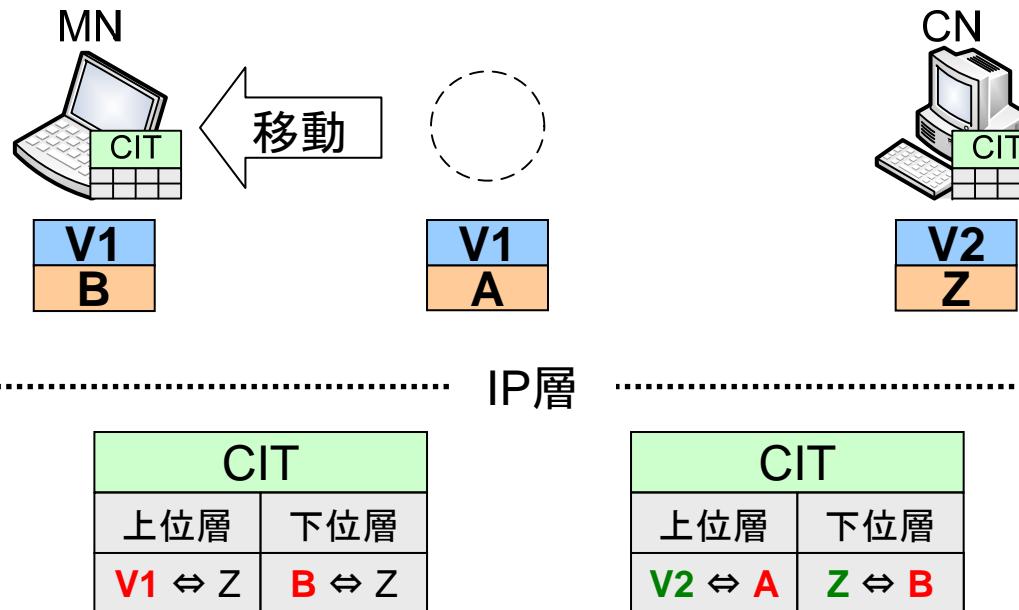
提案方式の動作概要

- CITを参照し、パケットのIPアドレスを仮想IPアドレスから実IPアドレスに変換する



提案方式によるIPアドレス変換の様子

- 移動後



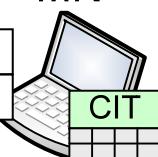
提案方式によるIPアドレス変換の様子

- 移動後

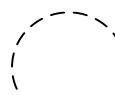
MN: V1 ⇄ CN: Z

MN

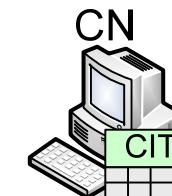
宛先	送信元	データ
Z	V1	***



移動



V1
B



V2
Z

IP層

CIT	
上位層	下位層
V1 ⇄ Z	B ⇄ Z

CIT	
上位層	下位層
V2 ⇄ A	Z ⇄ B

提案方式によるIPアドレス変換の様子

- 移動後

MN: V1 \Leftrightarrow CN: Z

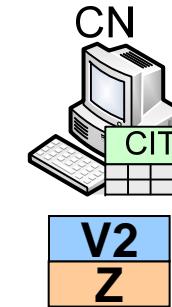
MN

宛先	送信元	データ
Z	V1	***

V1	B
----	---

移動

V1	A
----	---



IP層

参照

CIT	
上位層	下位層
V1 \Leftrightarrow Z	B \Leftrightarrow Z

CIT	
上位層	下位層
V2 \Leftrightarrow A	Z \Leftrightarrow B

提案方式によるIPアドレス変換の様子

- 移動後

MN: V1 ⇄ CN: Z

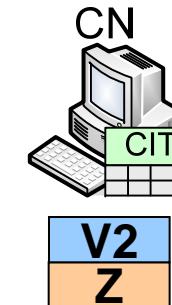
MN

宛先	送信元	データ
Z	V1	***

V1	B
----	---

移動

V1	A
----	---



IP層

参照

CIT	
上位層	下位層
V1 ⇄ Z	B ⇄ Z

CIT	
上位層	下位層
V2 ⇄ A	Z ⇄ B

宛先	送信元	データ
Z	B	***

提案方式によるIPアドレス変換の様子

- 移動後

MN: V1 ⇄ CN: Z

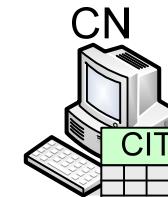
MN

宛先	送信元	データ
Z	V1	***

移動

V1	B
----	---

V1	A
----	---



V2	Z
----	---

IP層

参照

CIT	
上位層	下位層
V1 ⇄ Z	B ⇄ Z

CIT	
上位層	下位層
V2 ⇄ A	Z ⇄ B

宛先	送信元	データ
Z	B	***

提案方式によるIPアドレス変換の様子

- 移動後

MN: V1 ⇄ CN: Z

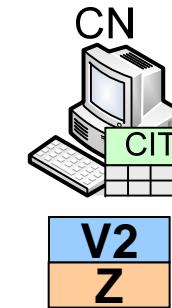
MN

宛先	送信元	データ
Z	V1	***

V1	B
----	---

移動

V1	A
----	---



IP層

参照

CIT	
上位層	下位層
V1 ⇄ Z	B ⇄ Z

CIT	
上位層	下位層
V2 ⇄ A	Z ⇄ B

宛先	送信元	データ
Z	B	***

宛先	送信元	データ
Z	B	***

提案方式によるIPアドレス変換の様子

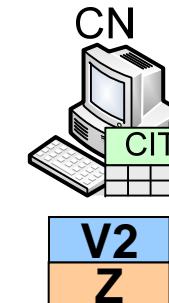
- 移動後

MN: V1 ⇄ CN: Z

MN



移動



V1 A

IP層

参照

CIT	
上位層	下位層
V1 ⇄ Z	B ⇄ Z

CIT	
上位層	下位層
V2 ⇄ A	Z ⇄ B

宛先 送信元 データ
Z B ***

宛先 送信元 データ
Z B ***

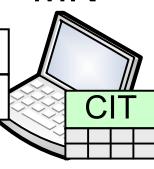
提案方式によるIPアドレス変換の様子

- 移動後

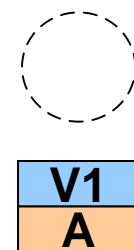
MN: V1 ⇄ CN: Z

MN

宛先	送信元	データ
Z	V1	***

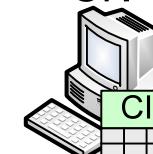


移動



CN

CN: V2 ⇄ MN: A



IP層

CIT	
上位層	下位層
V1 ⇄ Z	B ⇄ Z

CIT	
上位層	下位層
V2 ⇄ A	Z ⇄ B

参照

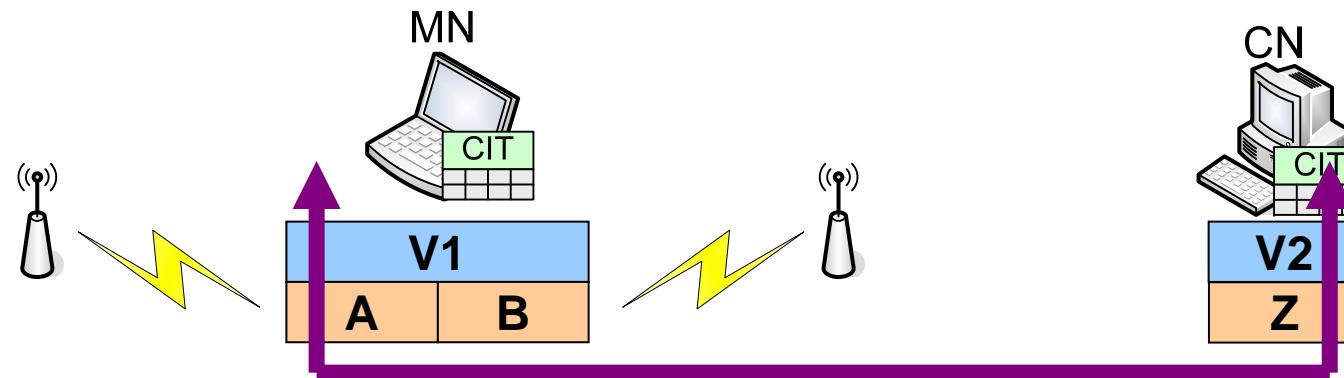
宛先	送信元	データ
Z	B	***

宛先	送信元	データ
Z	B	***

課題の解決

通信開始時、トランスポート層が出力インターフェース情報をキャッシュするカードを切り替えると出力すべきインターフェースとキャッシュに相違

インターフェースが切り替わるとTCP通信が切斷される

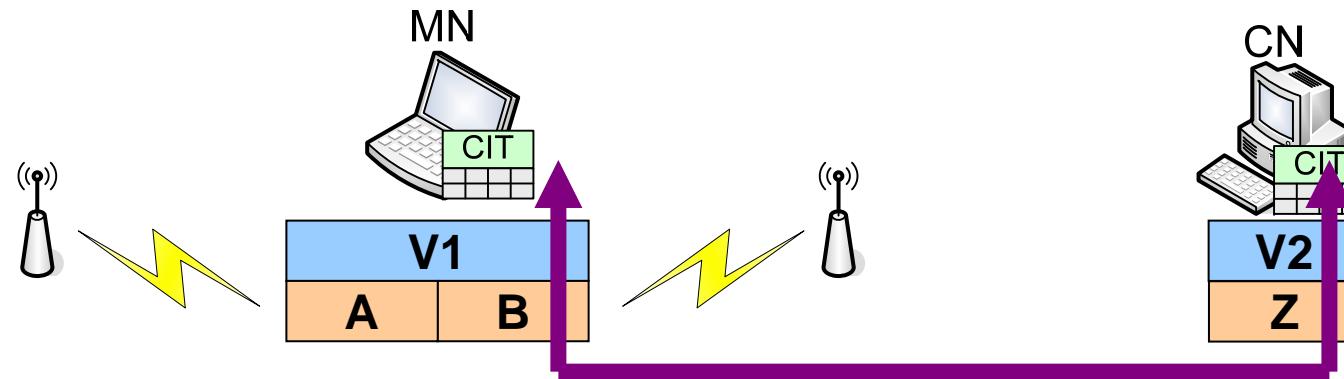


トランスポート層は出力インターフェースとしては仮想インターフェースをキャッシュ
出力インターフェースが変わってもキャッシュには影響しない

課題の解決

通信開始時、トランスポート層が出力インターフェース情報をキャッシュするカードを切り替えると出力すべきインターフェースとキャッシュに相違

インターフェースが切り替わるとTCP通信が切斷される

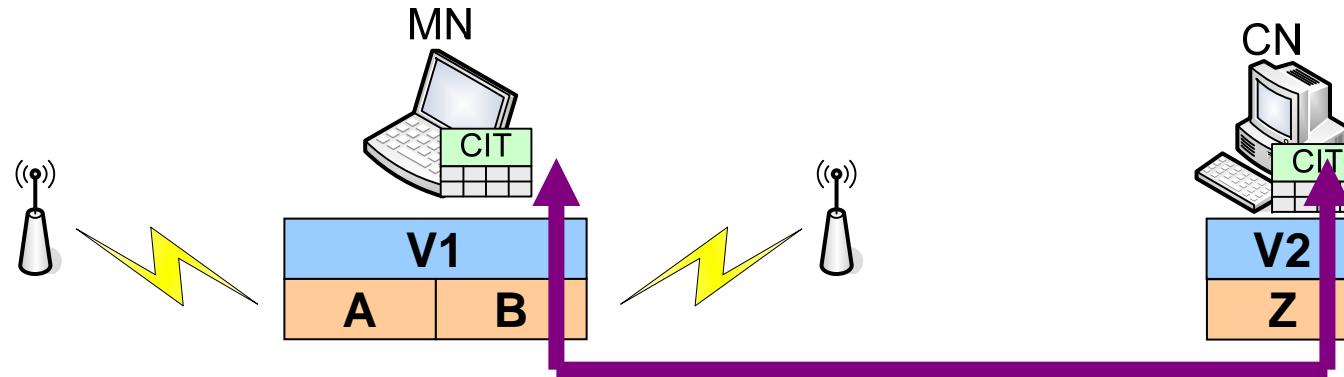


トランスポート層は出力インターフェースとしては仮想インターフェースをキャッシュ
出力インターフェースが変わってもキャッシュには影響しない

課題の解決

通信開始時、トランスポート層が出力インターフェース情報をキャッシュするカードを切り替えると出力すべきインターフェースとキャッシュに相違

インターフェースが切り替わるとTCP通信が切斷される



トランスポート層は出力インターフェースとしては仮想インターフェースをキャッシュ
出力インターフェースが変わってもキャッシュには影響しない

物理インターフェースを切り替えてもTCP通信は継続する

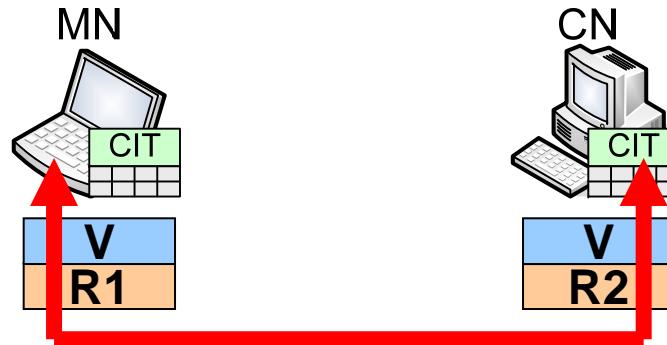
まとめ

- Mobile PPCの概要とその課題について述べた
- 仮想インターフェース導入による課題の解決方法について述べた
- 今後は実装と性能評価を行う

付録

付録

仮想IPアドレスの重複について



MNの上位層: **V** ⇄ **R2**

CNの上位層: **V** ⇄ **R1**

MNの下位層: **R1** ⇄ **R2**

CNの下位層: **R2** ⇄ **R1**



通信の実際の識別

仮想IPアドレスはどんなIPアドレスでも構わない

Mobile PPCのスループット

状態		スループット[Mbps]	低下率[%]
通常通信	-	93.237	-
Mobile IP	移動前	A	93.231
Mobile IP	移動後	B	85.202
Mobile PPC	移動前	C	93.236
Mobile PPC	移動後	D	93.193

