

Mobile PPC におけるパケットロスなしハンドオーバーの提案

金本 綾子† 瀬下 正樹‡ 竹内 元規‡ 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

モバイルコンピューティング環境では、端末が移動してもコネクションを切断することなく通信を継続することが要求されている。しかし、端末が移動すると IP アドレスが変化するため通信を維持することができない。そこで、IP アドレスの変化を隠蔽する移動透過性の研究が行われている。移動透過性を保障するプロトコルとして Mobile IP[1]が IETF で提案されているが、HA(Home Agent)が必要となることなどの理由で普及が滞っている。我々は HA を不要とし、エンド端末同士が IP 層で IP アドレス変換を行うことにより移動透過性を実現する Mobile PPC[2]の研究を行っている。

しかし、一般にアクセスポイント間を端末が移動するとデータリンク層(L2)と IP 層(L3)が独立してハンドオーバーを実行するためパケットロスが避けられない。また、通信中の両端末が全く同時に移動した場合、両端末がそれぞれ相手の旧 IP アドレスにパケットを送信し合い、移動透過性が実現できないという課題がある。そこで、本研究では Mobile PPC において、L2 と L3 の両者に対策を施すことによって上記課題を解決する方式を提案する。

2.Mobile PPC とその課題

2.1 Mobile PPC の概要

Mobile PPC では、通信開始時において相手の IP アドレスを知る機能(初期 IP アドレス解決)と、通信中に IP アドレスが変わった場合に通信を継続する機能(継続 IP アドレス解決)を明確に分離する。初期 IP アドレス解決にはダイナミック DNS(DDNS)を適用する。DDNS は既に実用化されている技術であり、DDNS の示すアドレスに従って通信が開始される。継続 IP アドレス解決には、Mobile PPC を適用する。Mobile PPC では、IP 層に CIT (Connection ID Table) と呼ぶ変換テーブルを保持する。IP アドレス変更後はこのテーブルの指示内容に従って通信パケットの IP アドレス変換を行う。この変換により、パケットは通信相手に正しくルーティングされ、かつ上位層へはアドレスの変化が隠蔽される。IP アドレスが変化したときは、エンド端末同士で移動情報を通知しあい、CIT の内容を更新する。

図 1 に Mobile PPC における移動情報の通知方法について示す。MN1 と MN2 が通信中に MN2 が移動すると、MN2 はまず L2 ハンドオーバーにより無線 LAN のアクセスポイント(AP)を切り替える。次に MN2 は新しい AP を介して DHCP サーバより新 IP アドレスを取得する。最後に Mobile PPC の移動通知により CIT の更新をおこなう。CIT の更新手順は、取得した IP アドレスを、コネクション識別子の情報と共に CU(CIT UPDATE)パケットとして MN1 に通知する。MN1 では CU パケットを受信後、CIT を更新し MN2 へ CU Reply を送信する。MN2 では CU Reply を受信すると自身の CIT を更新する。以後の通信ではパケット送受信時に IP 層で CIT に基づきアドレス変換を行う。

Mobile PPC は、特殊な装置を必要とせず導入の敷居が低い。また、Mobile IP の課題とされていた経路の冗長やトンネル転送によるパケット長の変化がないという特長がある。

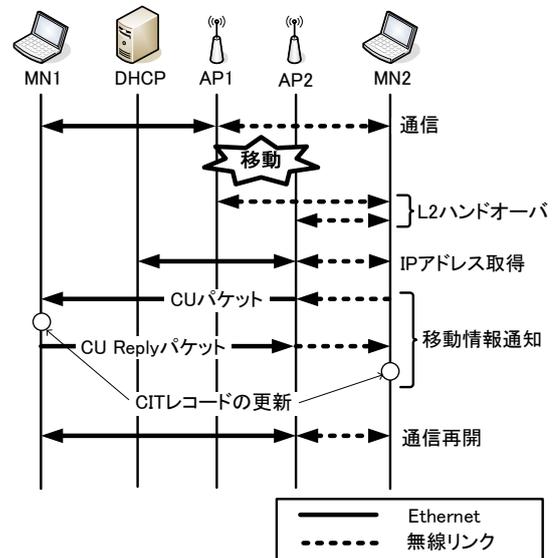


図 1. 移動情報の通知方法

2.2 Mobile PPC におけるハンドオーバーの課題

IP アドレスが変わるときのハンドオーバーの手順は、前述のように接続するアクセスポイントの切り替えを行う L2 ハンドオーバー、IP アドレスの取得、および移動情報通知の 3 つの処理からなる。L2 ハンドオーバー時には、物理的にネットワークから切断される時間帯が生じる。IP アドレスの取得は一般に DHCP が用いられるが、シーケンス実行中はアドレスが定まらないため通信が行えない。さらに、Mobile PPC 特有の問題として、移動情報通知時に

“Proposal of handover without packet loss in Mobile PPC”

†Ayako Kanemoto & Akira Watanabe

Faculty of Science and Technology, Meijo University

‡Masaki Sejimo & Motoki Takeuti

Graduate School of Science and Technology, Meijo

通信パケットの宛先 IP アドレスが実際の宛先と一致しないタイミングが発生しうる。図 2 に通信中に MN2 の IP アドレスが変化する際に生じる Mobile PPC のパケットロスを示す。MN2 は移動後 IP アドレスが Y0 から Y1 へと変化してから自身の CIT を更新するまでの間に、MN1 から送信されたパケットを受信することができない。これは、MN1 は CU を受信するまでは旧 IP アドレス Y0 宛にパケットを送信するためである。

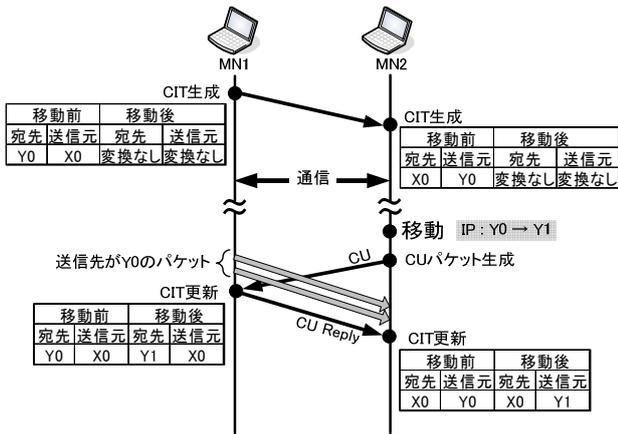


図 2. Mobile PPC のパケットロス

次に通信中に MN1 と MN2 が全く同時に移動すると、両端末から送信される CU パケットが、通信相手ノードに到達しないという課題が挙げられる。これは、移動端末が互いに移動したことを知る事ができないため、通信相手の移動前の IP アドレス宛に CU パケットを送信してしまうためである。

3.提案方式

本研究では、このような課題を解決するため、無線レイヤにおける改造と Mobile PPC の改造を同時に行う。無線レイヤにおいては、MN に無線 LAN カードを 2 枚搭載させ、L2 のハンドオーバーから新 IP アドレス取得が完了するまでの間 2 枚のカードを同時動作させることにより通信不可の時間帯を無くす。次に、通信不可の時間帯がなくなったことを前提に、Mobile PPC 特有のハンドオーバー手順を実現する。

図 3 に無線レイヤにおける処理内容を示す。MN は 2 枚の無線 LAN カード(①,②)を搭載し、通信中に 2 つのアクセスポイント(AP1,AP2)間を移動する。MN は AP1 の無線エリア内に存在するときはカード①で AP1 に接続する。次に AP1,AP2 の無線エリアがオーバーラップしている部分に MN が移動すると、カード②により AP2 と接続する。MN はカード②を用いて新 IP アドレスを入手する。この間の通信はカード①で継続する。一連の処理が完了し、AP2 の無線エリアに移動するとカード①の接続を切断し、カード②による通信を開始する。

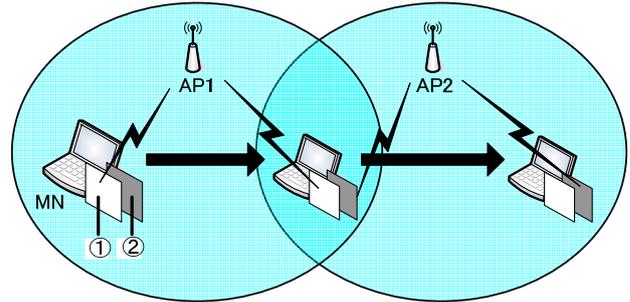


図 3. 無線レイヤにおける処理内容

次に Mobile PPC における問題の解決方法を示す。上記無線レイヤの改造により、MN は IP アドレス変更後においても旧 IP アドレスでのパケットの受信が可能となり図 2 のパケットロスの問題は解決される。

図 4 に通信中の 2 つのノードが全く同時に移動した場合の課題に対する解決策を示す。同時移動後、両端末はそれぞれ通信相手の旧 IP アドレスに対し CU を送信し、通信相手からの CU Reply を待つ。無線レイヤの改造により、CU はそれぞれ受信可能である。CU を送信中に相手端末から送信された CU を受信すると、CU Reply を待たず自身の送信した CU と相手端末から受信した CU の情報を元に MN1, MN2 とともに新 IP アドレスによる CIT を生成することが可能である。CU Reply は不要であり、破棄する。この方法により同時に移動した場合にも CIT が正しく生成され、以後の通信が継続される。

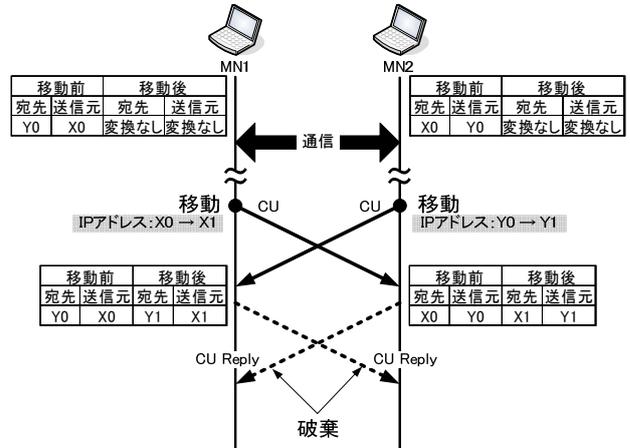


図 4. 同時移動の解決例

4.むすび

本研究では Mobile PPC におけるパケットロスなしハンドオーバーの提案を行った。無線レイヤと Mobile PPC の両者に改造を施し、L2 と L3 を連携させることで通信不可の時間帯を無くすことにより、ハンドオーバー時に発生するパケットロスの問題と移動端末同士による同時移動における問題を解決する。今後は本システムを実装して、その有効性を確認する。

参考文献

- [1] C. E. Perkins. "IP Mobility Support for IPv4," Aug.2002.RFC 3344.
- [2] 竹内元規, 渡邊晃, "モバイル端末の移動透過性を実現する Mobile PPC の提案," 情報処理学会研究報告, 2004-MBL-30, pp.17-24, Sep. 2004.

Mobile PPCにおけるパケットロス なしハンドオーバーの提案

名城大学工学部

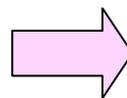
金本綾子 瀬下正樹 竹内元規 渡邊晃

研究背景

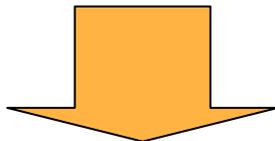
- 無線LANの普及
 - 無線ネットワーク環境の発展
- モバイル端末の普及

自由に移動しながらネットワークに接続したい

移動するとIPアドレスが変化



通信の継続が不可能

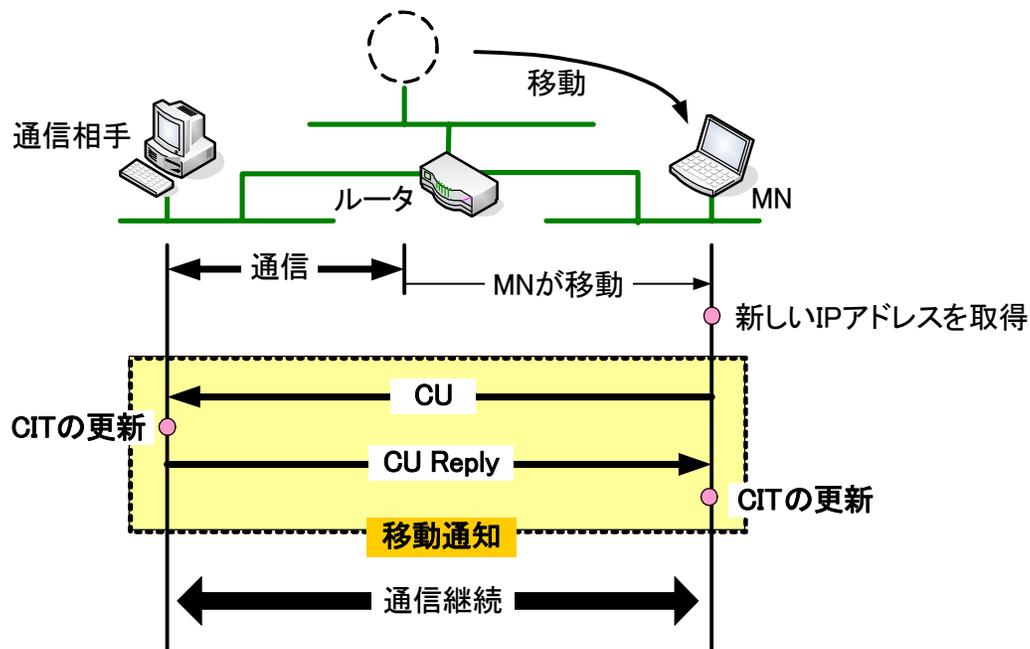


移動透過性の実現

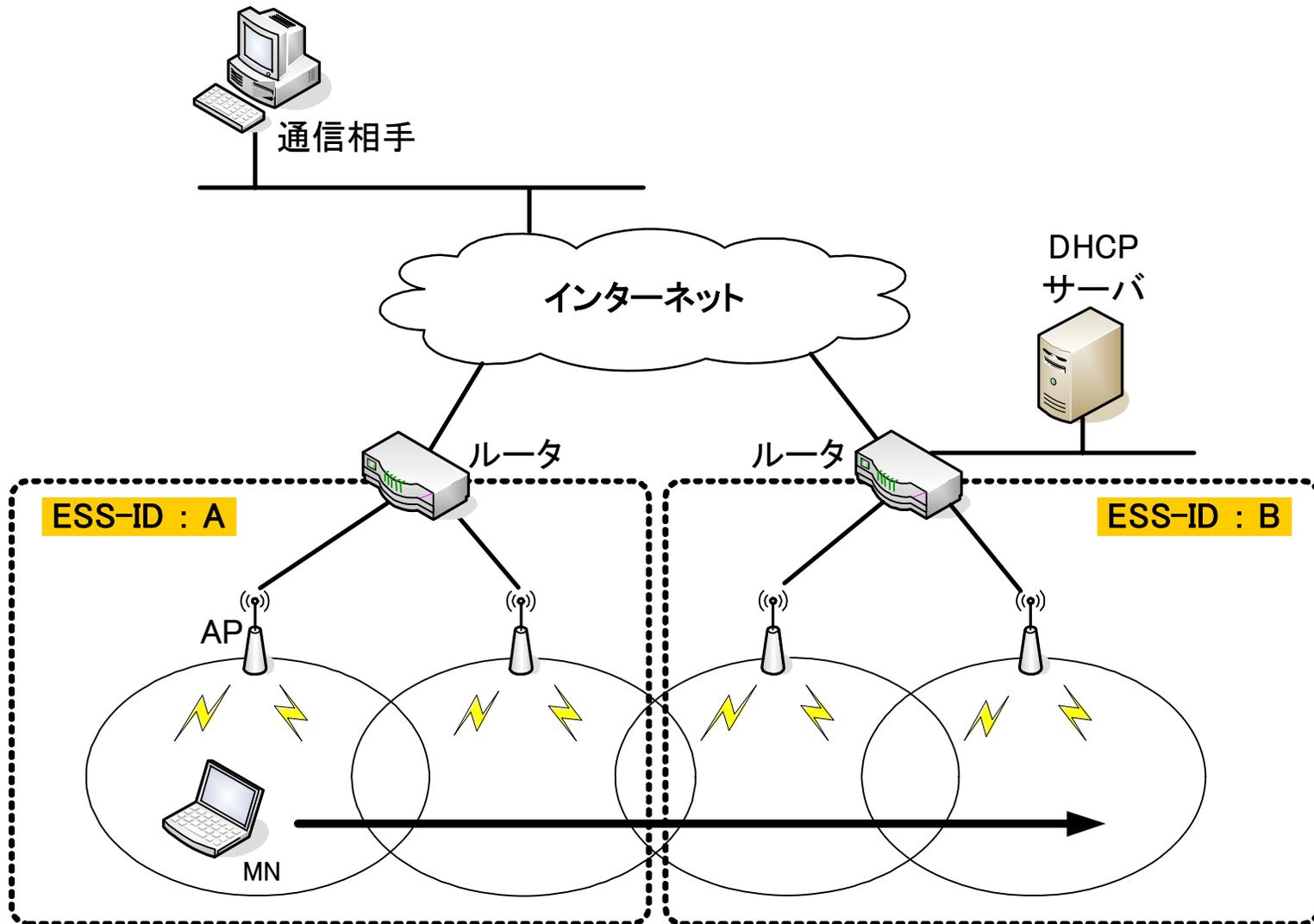
独自技術 Mobile PPC

□ エンドエンドで移動透過性を実現

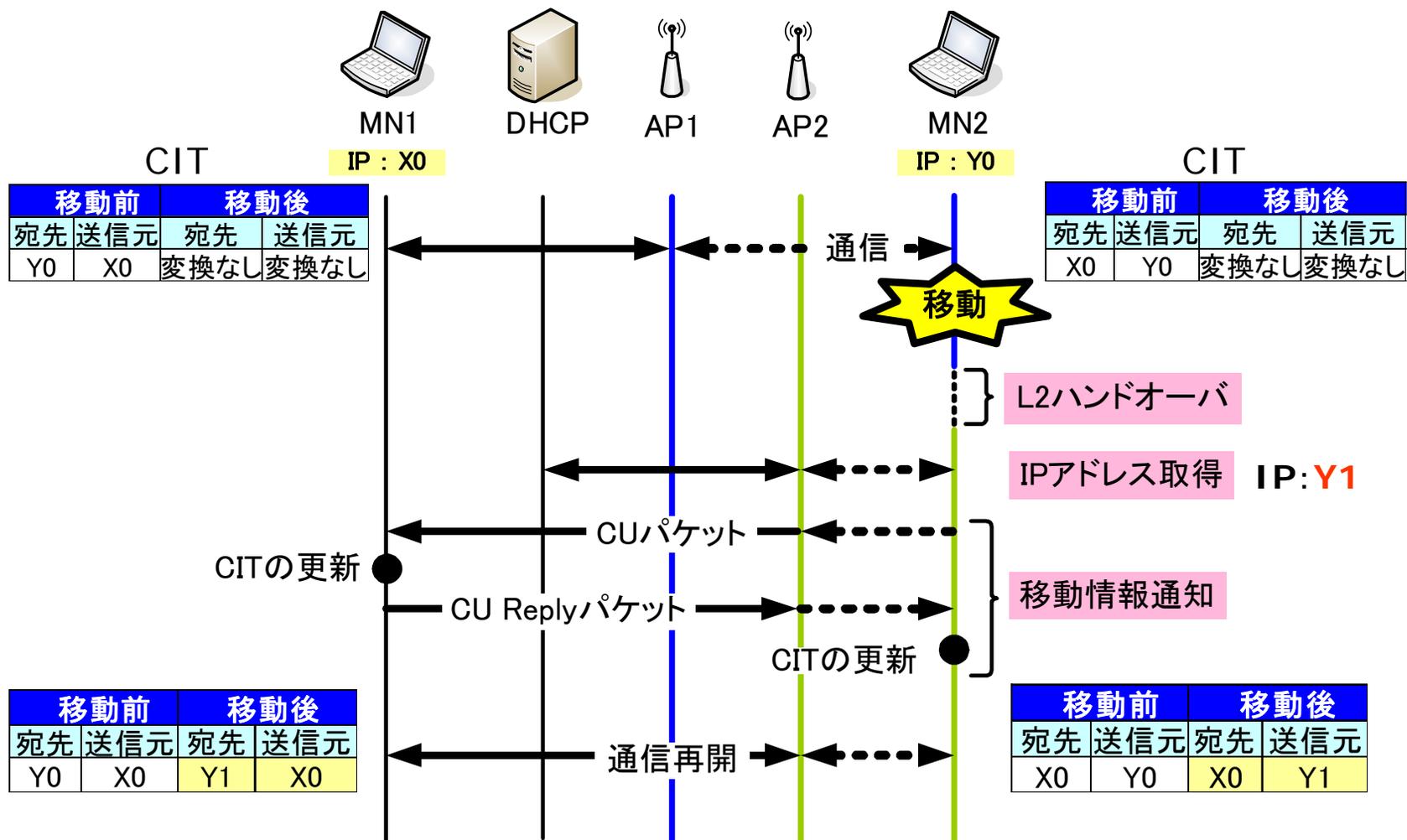
- エンド端末のIP層にアドレス変換処理の挿入
- 移動前後の対応関係を示すテーブル
CIT(Connection ID Table)を生成
- IP層より上位層にIPアドレスの変化を隠蔽する



ハンドオーバー



Mobile PPCにおける移動情報の通知方法



パケットロスの要因

□ Mobile PPCのハンドオーバー

■ L2ハンドオーバー

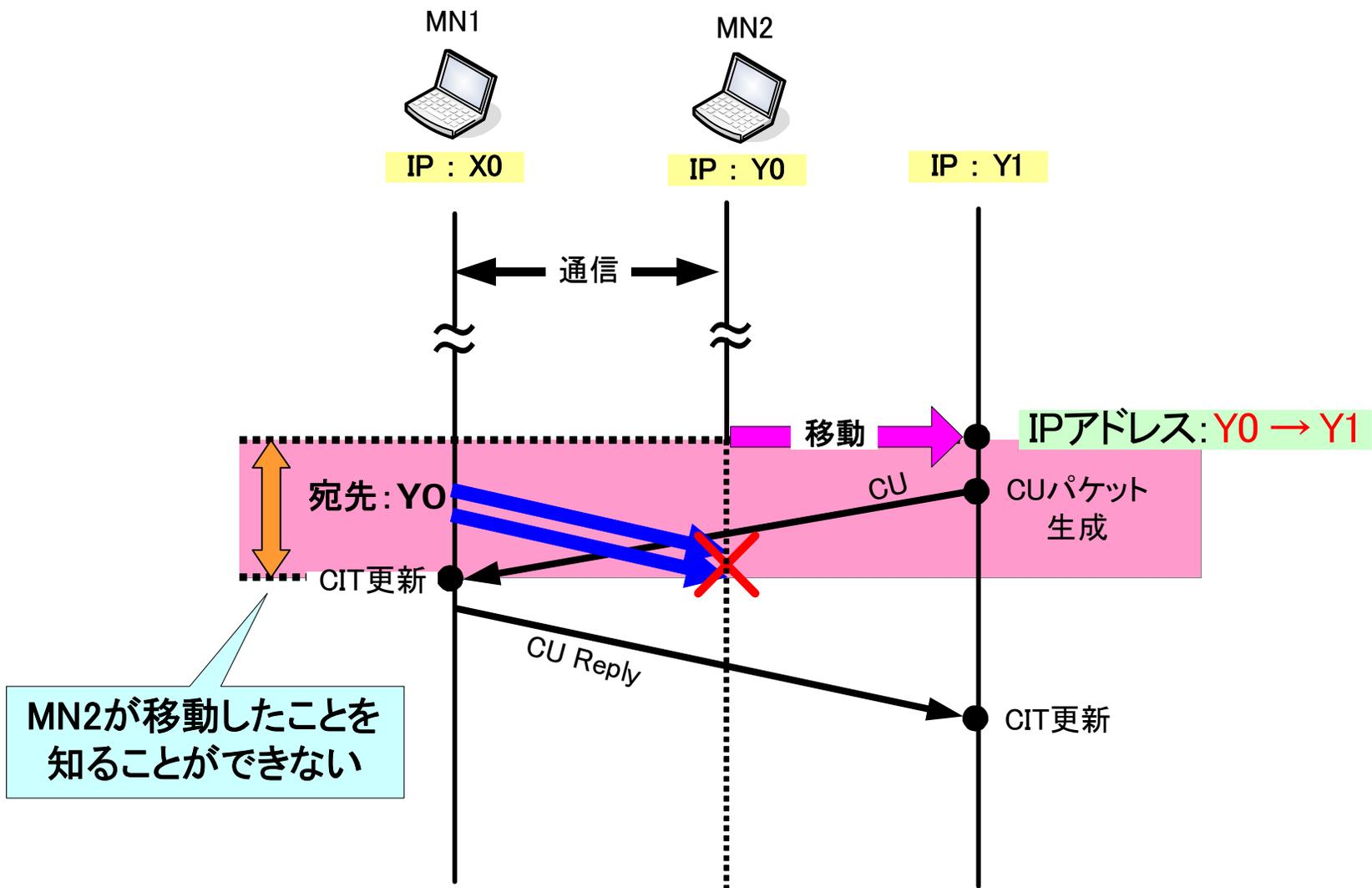
■ IPアドレス取得

■ Mobile PPCのハンドオーバー

【移動情報通知】

- ①CUとデータの交錯によるパケットロス
- ②同時移動したときの通信の切断

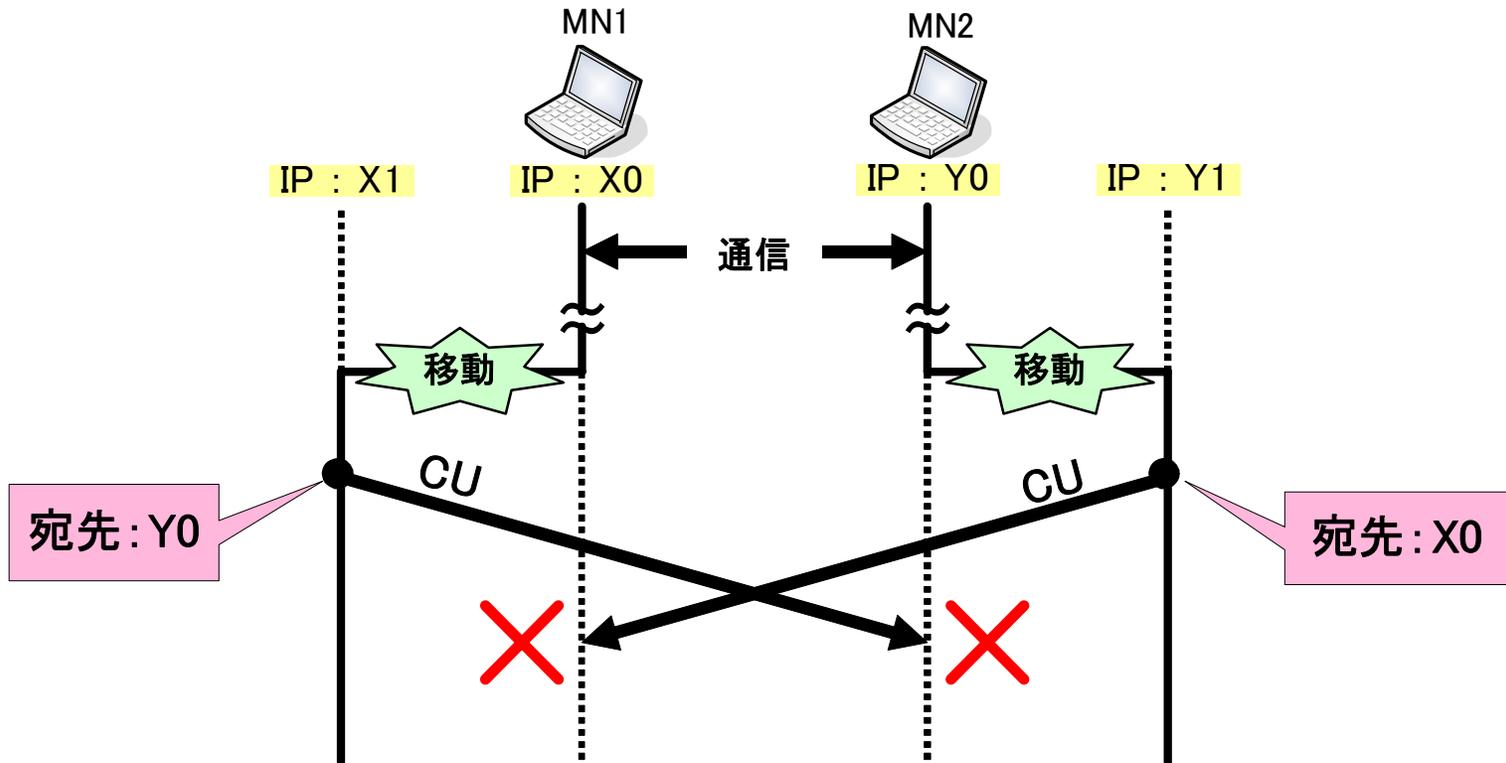
①CUとデータの交錯によるパケットロス



②同時移動したときの通信の切断

□ 通信中にMN1とMN2が全く同時に移動

⇒両端末から送信されるCUパケットが、通信相手ノードに到達しない



提案方式

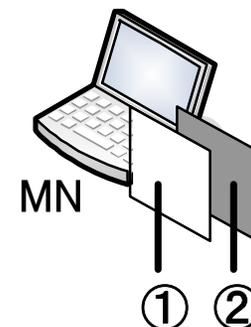
□ 変更箇所

- Mobile PPC

- 無線レイヤ

⇒ 無線LANカードを2枚搭載

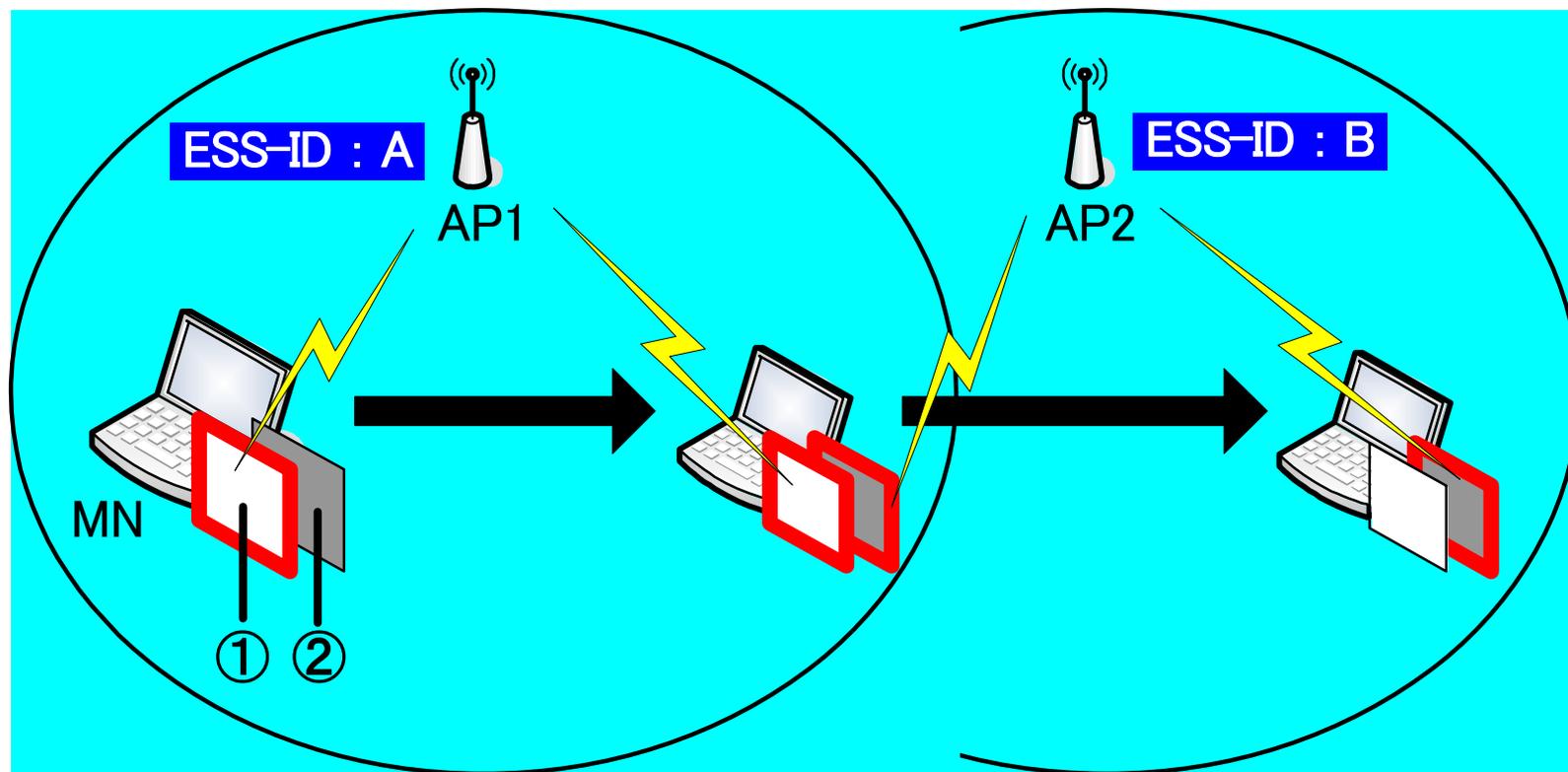
➤ カード2枚でそれぞれ異なるAPへ接続



カード1枚で複数のセッションを張ることができない

無線LANカードを2枚使用した場合の動作

- 周辺APの電波強度の測定
- ESS-IDの確認



アプリケーションからのコントロール方法

□ APへ接続

⇒ifconfig インターフェース名 ESS-ID

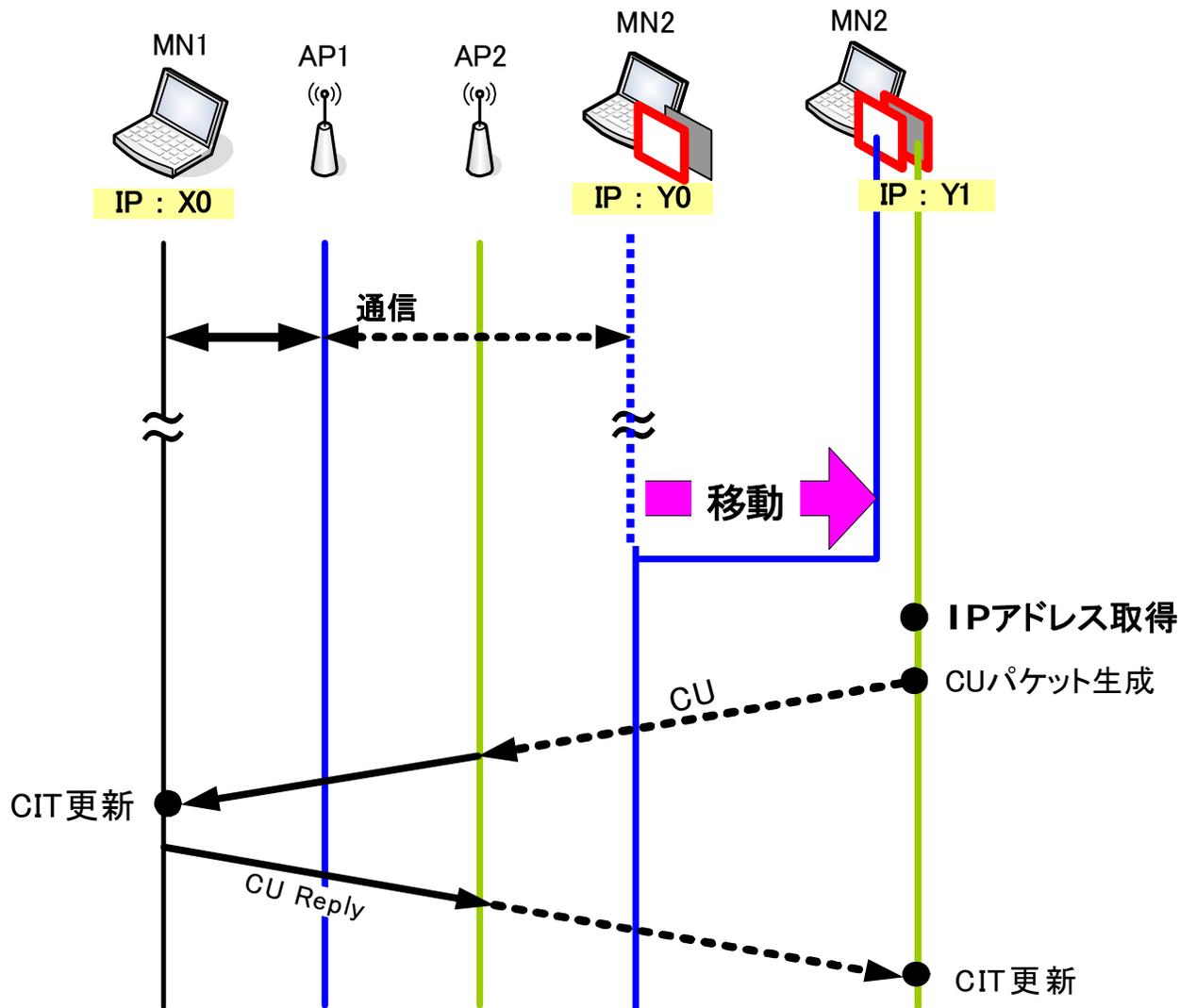
□ 周辺APの表示、電波強度とESS-IDの情報取得

⇒wicontrol インターフェース名 -L

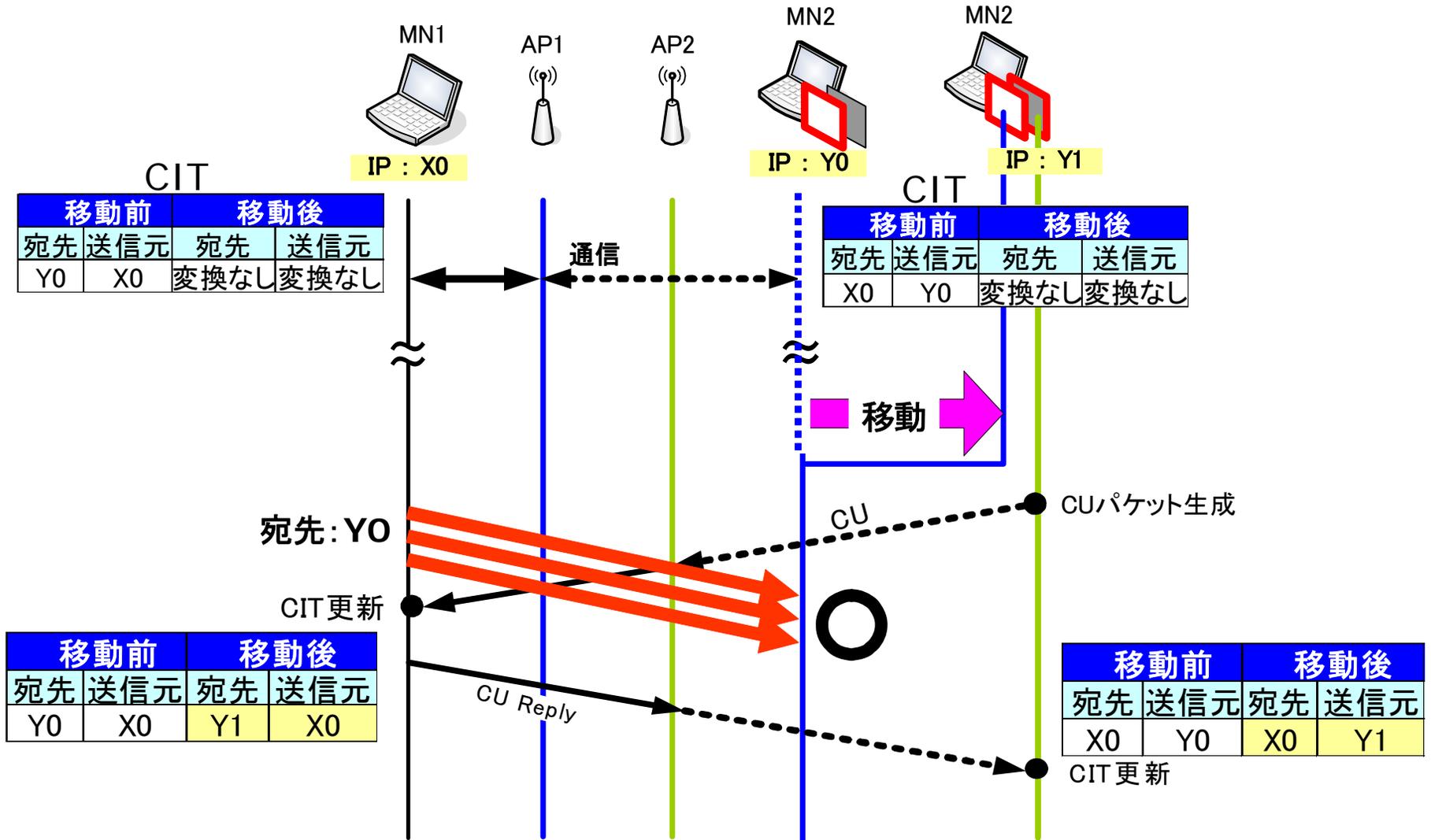
□ DHCPからアドレス取得

⇒dhclient インターフェース名 -r ,
dhclient インターフェース名

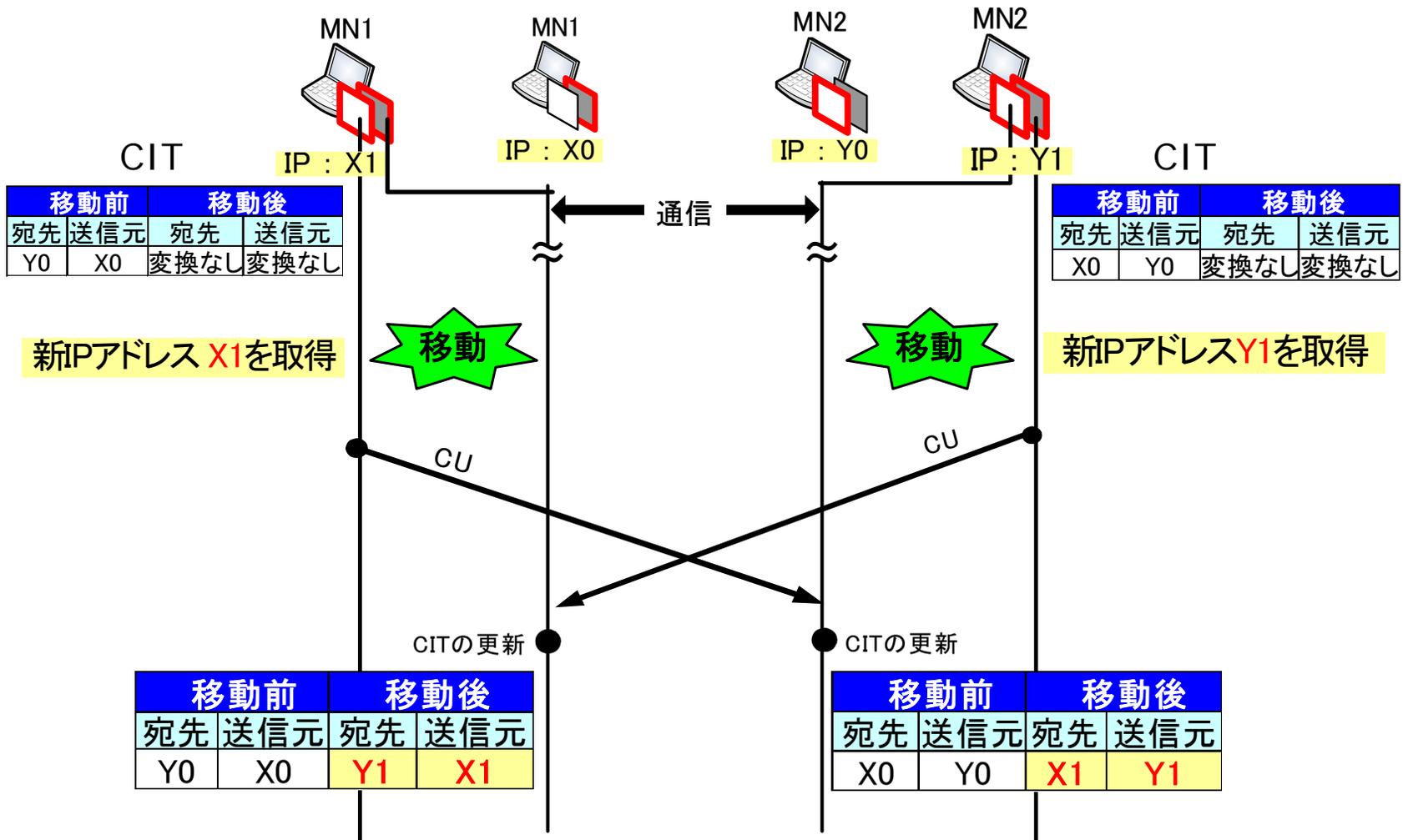
Mobile PPCの動作概要



端末移動時におけるパケットロスの解決方法



同時移動の解決方法



むすび

□ まとめ

- 無線レイヤとMobile PPCを変更
 - 無線レイヤの変更により新、旧2つのアドレスでの通信を可能にする
 - Mobile PPCの変更により同時移動したときの通信の切断を解決

□ 今後の予定

- 本システムを実装して、その有効性を確認