

プライベートアドレス空間とグローバルアドレス空間を跨る移動通信の検討

榎本 万人[†] 鈴木 秀和[‡] 坂本 順一[‡] 渡邊 晃[†]
 名城大学理工学部[†] 名城大学理工学部理工学研究科[‡]

1. はじめに

通信端末の小型化・高性能化や無線 LAN の普及により、いつでもどこでも通信可能なユビキタスネットワーク環境が構築されつつある。このような環境では、移動により IP アドレスが変化しても、それまでの通信に影響を与えない移動透過性が要求される。この移動透過性を実現するための技術には Mobile IP, LIN 6, MAT, Mobile PPC (Mobile Peer to Peer Communication) [1] などがある。しかし、これらの移動透過性技術は同一アドレス空間内での移動を対象としており、グローバルアドレス空間とプライベートアドレス空間を跨いだ移動透過性についての検討はなされていない。そこで本稿では、アドレス空間を跨る移動透過性を実現するための手法を Mobile PPC をベースに検討したので報告する。

2. Mobile PPC とその移動通信の限界

通信端末のトランスポート層ではコネクション識別子 (IP アドレス, ポート番号など) の異なる通信パケットは、別の通信と見なされる。そのため端末が通信中に違うネットワークへ移動して、IP アドレスが変化すると、通信を継続できなくなる。Mobile PPC は移動透過性をエンド端末だけで実現することができるプロトコルである。Mobile PPC を実装する通信端末ではコネクション識別子に対応して移動前後の IP アドレスの対応関係を示すテーブル「Connection ID Table (以後 CIT)」を保持し、送受信の際、CIT の対応関係に従って通信パケットのアドレス変換を行う。この動作により、上位ソフトウェアに対してアドレスの変化を隠蔽し、通信を継続することが出来る。端末が移動し、IP アドレスが変化すると、変化した IP アドレスに対応して CIT レコードの書き換えを行う。

図 1 に Mobile PPC による移動通信の例を示す。Mobile PPC を実装した移動端末 MN と固定端末 CN との間で通信が開始されると、通信パケットをもとに CIT レコードが両端末で生成される。この時点での CIT テーブルの内容は空であり、パケットのアドレス変換は行われぬ。その後、MN が移動して IP アドレスが変化すると、その直後に MN から CN に対して移動前と移動後の IP アドレスの情報を格納したパケット「CIT UPDATE (以後 CU)」を通知する。

CU を受信した CN は、パケット内に格納されている MN の移動前 IP アドレスに一致する CIT レコードを検索する。一致するレコードが存在すれば、その CIT レコードに MN の移動後 IP アドレスをアドレス変換に使用する情報として書き込む。CIT レコードの更新後、CN

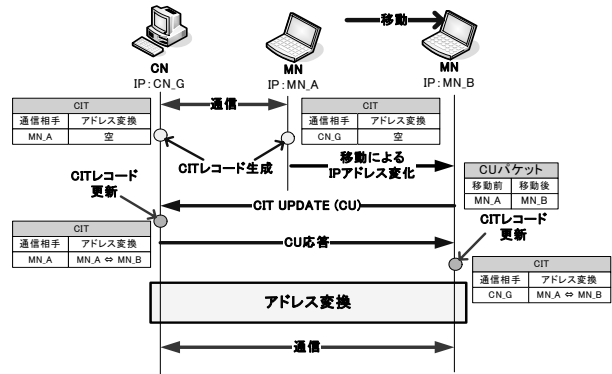


図 1. Mobile PPC による移動通信

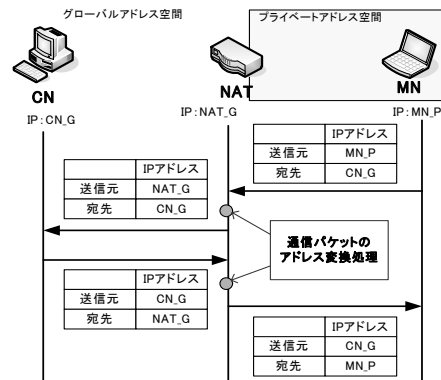


図 2. GA 空間と PA 空間の通信

は CU 応答パケットを MN へ送信する。MN がこれを受信すると自身の CIT 更新をおこなう。その後の通信は、送受信パケットに対して CIT に従って IP アドレスの書き換え処理をおこなう。このように両端末で通信パケットのアドレス変換を行うことにより、通信端末の上位層にはアドレス変化を隠蔽し、移動後も通信の継続が可能となる。

しかし、現在の Mobile PPC は同一アドレス空間での移動通信を対象としており、グローバルアドレス (以後 GA) 空間とプライベートアドレス (以後 PA) 空間を跨る移動透過性を実現できない。

図 2 に GA 側端末 CN と PA 側端末 MN の通信の様子を示す。両端末の間には必ず NAT (Network Address Translator) が介在する。このように NAT が介在する場合は、通信は必ず PA 側端末から始まらなければならない。最初の通信パケットが NAT を通過する際、パケットの送信元は MN のプライベートアドレス MN_P から NAT のグローバルアドレス NAT_G へと変換され、CN へ送信される。同時に NAT には MN_P と NAT_G を対応付ける NAT テーブルが生成される。CN からの返信パケットは宛先が「NAT_G」となり NAT に届けられる。NAT では逆のアドレス変換が行われ、宛先が「MN_P」

“Researches on Mobile Communications between Private Address Area and Global Address Area”

[†]Kazuto Enomoto & Akira Watanabe
 Faculty of Science and Technology, Meijo University

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

に変換されて MN へ届けられる。このような動作から、CN は通信相手を NAT と見なして CIT を生成することになる。このため、MN が PA 空間から GA 空間へ移動した後、CN 宛に CU を送信しても、CN では一致する CIT レコードが存在しないため、CIT の更新ができない。また、逆に MN が GA 空間から PA 空間へ移動する場合、移動前は GA 空間同士の通信であり、CN と MN の間に NAT は存在しない。そのため、PA 空間へ移動後、通知される CU の情報に一致する CIT レコードは存在するものの、従来の CIT 更新処理のままでは、通信パケットは NAT が介在するネットワーク構造に対し、正しくアドレス変換が行われなため、通信の継続が出来ない。

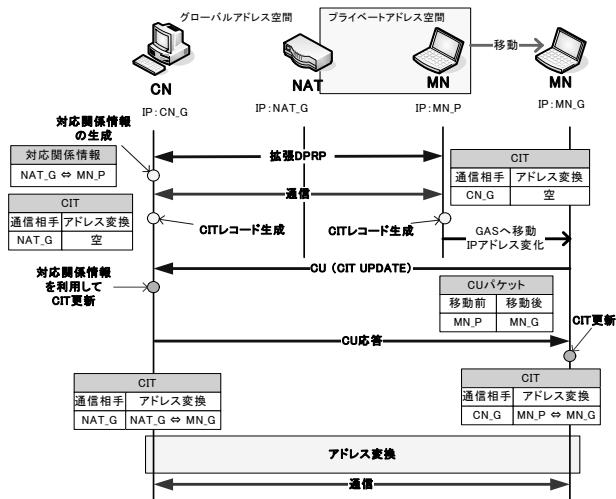


図 3. MN が PA 空間から GA 空間へ移動



図 4. 対応関係情報の利用 (PA→GA 移動時)

3. Mobile PPC の改良

本稿では移動端末の通信相手は常に GA 空間に位置し、通信中に移動端末が PA 空間から GA 空間へ移動する場合と、GA 空間から PA 空間へ移動する場合の2つのパターンにおける移動透過性の検討を行った。その結果下記のような対策を施すことにより異なるアドレス空間を跨る移動も実現可能であることが分かった。

MN が NAT 配下の PA 空間から通信を開始し、その後 GA 空間に移動した場合の例を図 3 に示す。MN は通信に先立ち CN との間で制御パケットの交換を行う。この交換により CN は、MN のプライベートアドレスおよび、NAT のグローバルアドレスを獲得する。この手順を拡張 DPRP (Dynamic Process Resolution Protocol) と呼び、別途検討がなされている[2]。CN は MN のプライベートアドレスと NAT のグローバルアドレスを対応付ける「対応関係情報」テーブルを生成し、保持しておく。MN が GA 空間へ移動すると、MN は従来と同様にその直後に CU を送信する。CN は CIT 更新の際、図 4 のように対応関係情報を利用して、受信した CU の移動前

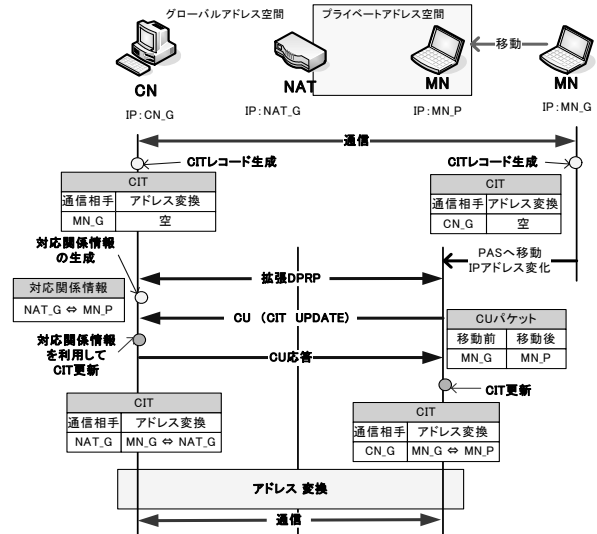


図 5. MN が GA 空間から PA 空間へ移動

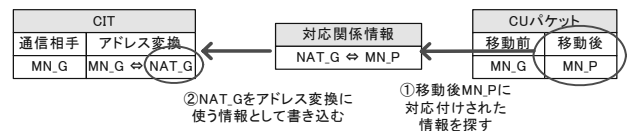


図 6. 対応関係情報の利用 (GA→PA 移動時)

情報 MN_P に対応する NAT のグローバルアドレス NAT_G で CIT レコードを検索し、通信相手を MN_G として CIT の更新を行う。

次に CN と MN が GA 空間で通信中に、MN が PA 空間へ移動する場合の例を図 5 に示す。MN が NAT 配下の PA 空間へ移動すると、この時点で拡張 DPRP を実行し、CN は対応関係情報を生成する。次に MN から CU を受信すると、該当する CIT レコードの検索と更新を行う。ここで、更新時には図 6 のように 対応関係情報を利用して、CU の移動後情報 MN_P に対応する NAT のグローバルアドレス NAT_G を通信パケットのアドレス変換に使用する情報として書き込む。

以上のような対策を行うことで、CIT が正しく更新されるため、異なるアドレス空間を跨る移動透過性が実現できる。

4. むすび

本稿では通信端末が GA 空間に位置する端末と通信中に、PA 空間から GA 空間へ移動した場合、逆に GA 空間から PA 空間へ移動した場合に通信を継続する方法について検討した。今後は、今回提案した方式についての実装と評価を行う。また、固定端末が常に PA 空間に位置し、移動端末が PA 空間と GA 空間との間を移動するといった別の移動パターンにおいても移動透過性を実現できるような検討をおこなう。

参考文献

- [1] 竹内元規, 鈴木秀和, 渡邊晃: モバイル端末の移動透過性を実現する Mobile PPC の実装, 情報技報, 2005-DPS-122, pp. 351-356 (2005).
- [2] 後藤裕司, 鈴木秀和, 渡邊晃: グローバルアドレスとプライベートアドレス空間を跨る DPRP の検討, 情報処理学会第 68 回全国大会 講演論文集, March 2006.

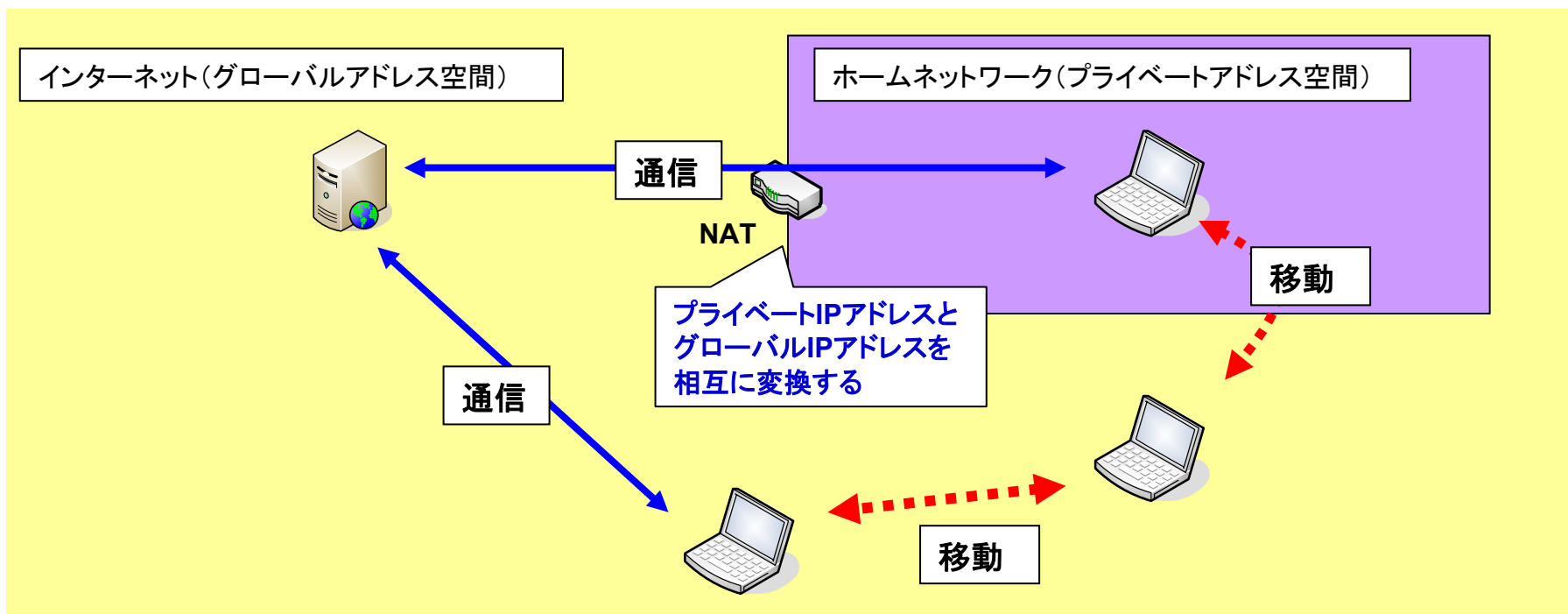
プライベートアドレス空間と グローバルアドレス空間を 跨る移動通信の検討

名城大学 理工学部

榎本 万人 鈴木 秀和 坂本 順一 渡邊 晃

研究背景[1]

- ユビキタスネットワーク環境の構築
 - モバイル端末や無線環境の普及

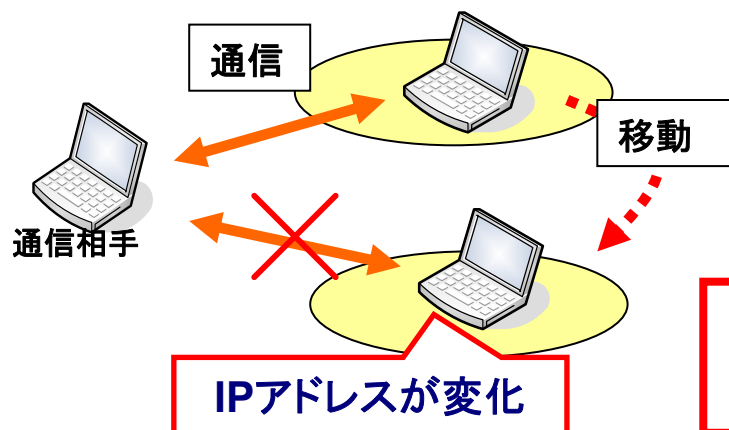


自由に移動しながら通信を行えることが要求される

研究背景[2]

移动通信の問題

■ 移動によりIPアドレスが変化



- パケットが正しくルーティングされない
- 上位層で, 別の通信と見なされる
⇒ 通信の継続が出来ない

移動透過性の実現が必要

研究背景[3]

■ Mobile Peer to Peer Communication

Mobile PPCを提案

特殊な装置を必要としない
P2P方式で移動透過性を実現

- ⇒ ● 移動範囲が同一アドレス空間に限定
● プライベートアドレス空間とグローバルアドレス空間を跨る移動通信は対象外

Mobile PPCによる

異なるアドレス空間を対象とした移動透過性を検討

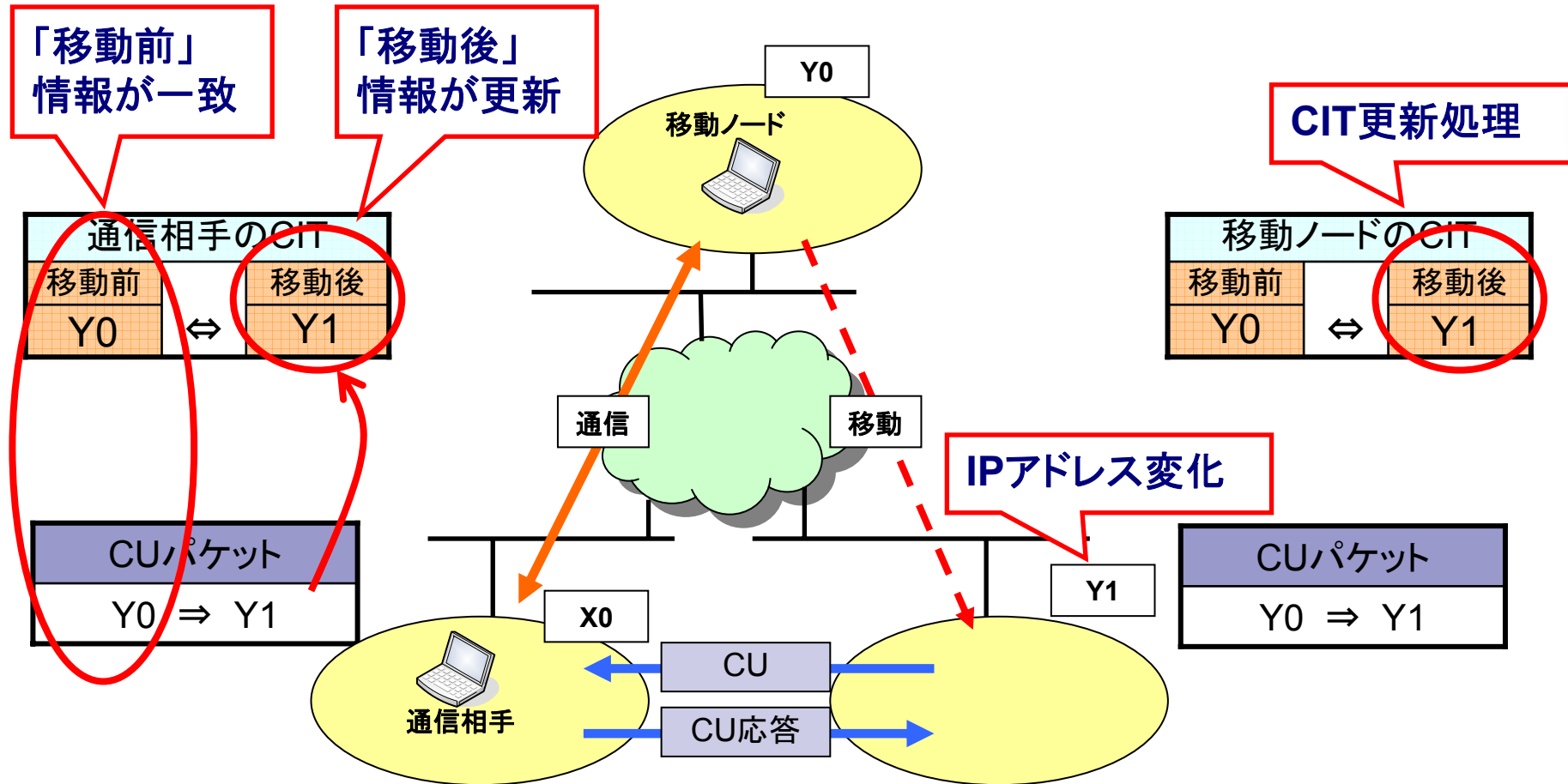
Mobile PPCの概要

- IP層にMobile PPCの機能を追加
- 通信ノードはCIT(Connection ID Table)を保持

移動前後の通信情報(IPアドレス)の
対応関係を示すテーブル

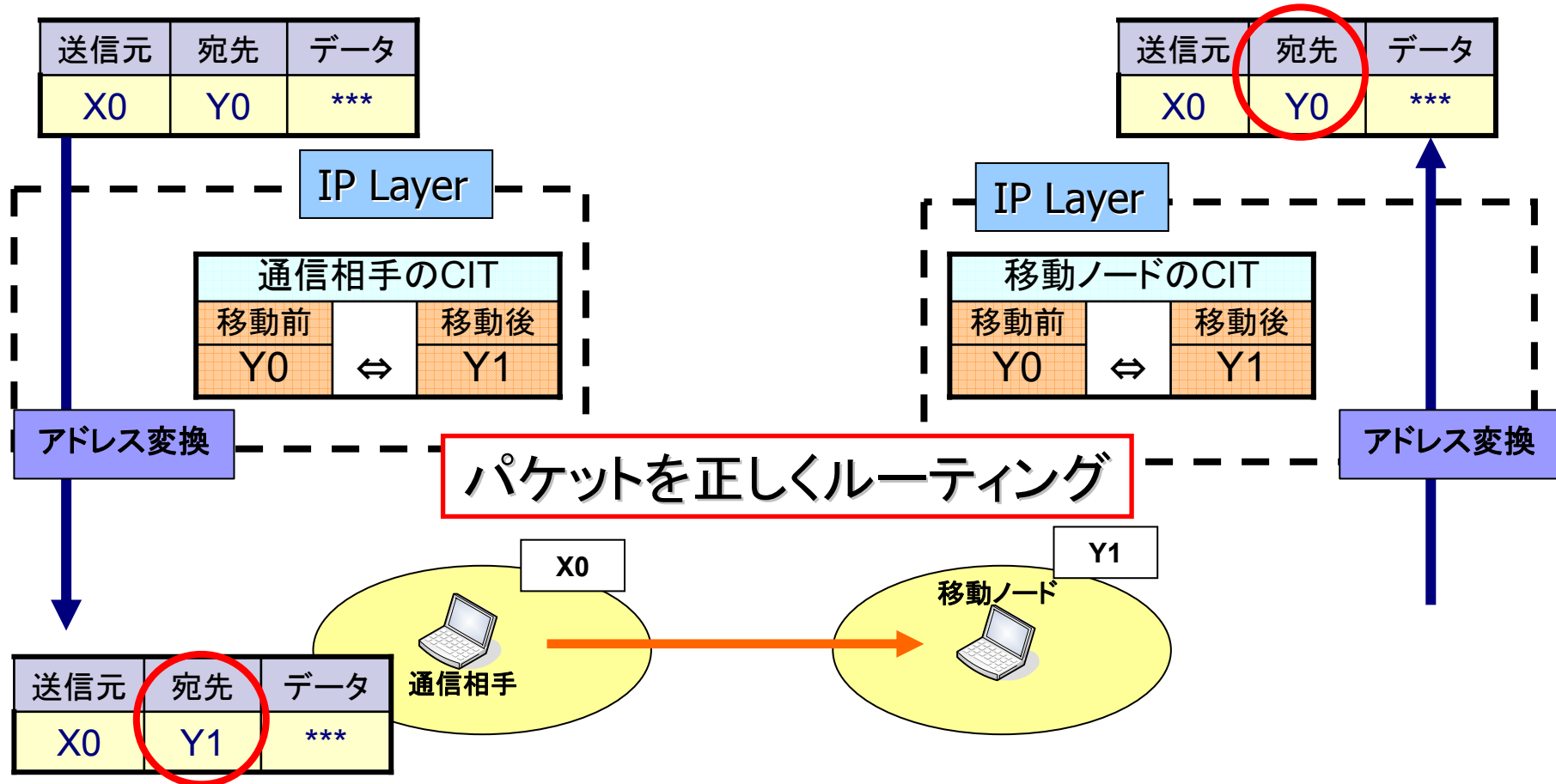
- エンド端末で通信パケットに対し,
CITに基づいた**アドレス変換処理**を行う
- IPアドレスが変化すると
CU(CIT UPDATE)パケットにより移動情報を通知
⇒ **CITの情報を更新**

Mobile PPCによる通信 -CIT更新-



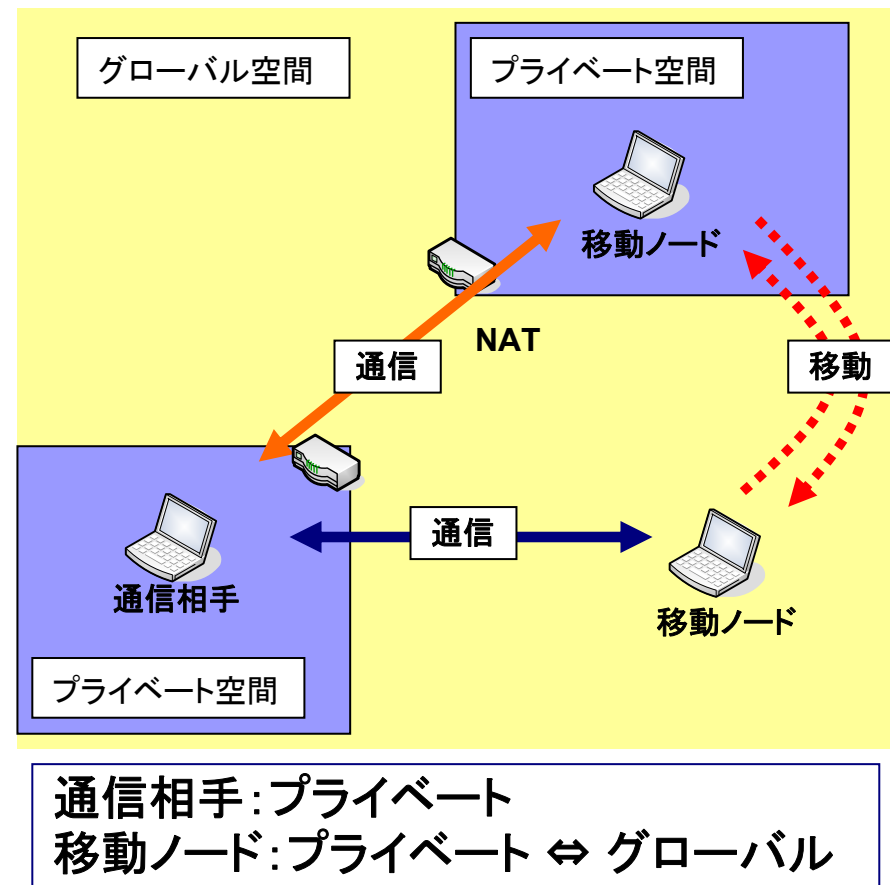
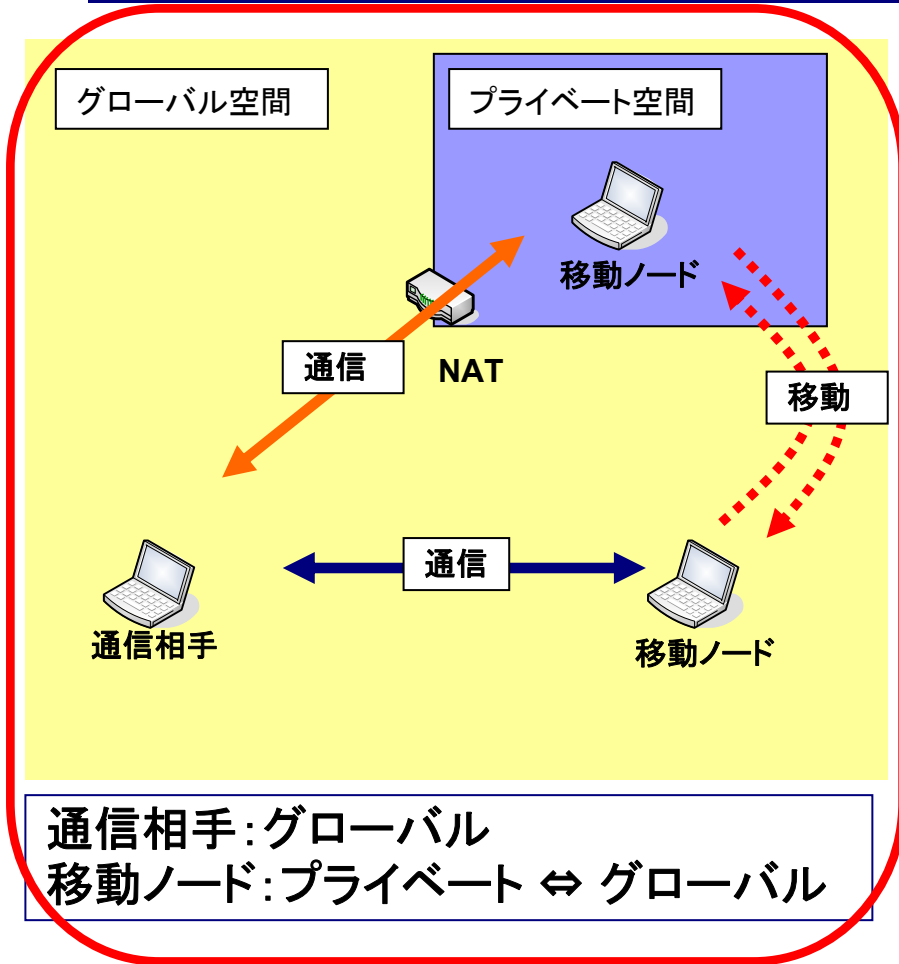
Mobile PPCによる通信—アドレス変換処理—

アドレスの変化を上位層から隠蔽し、通信の継続が可能



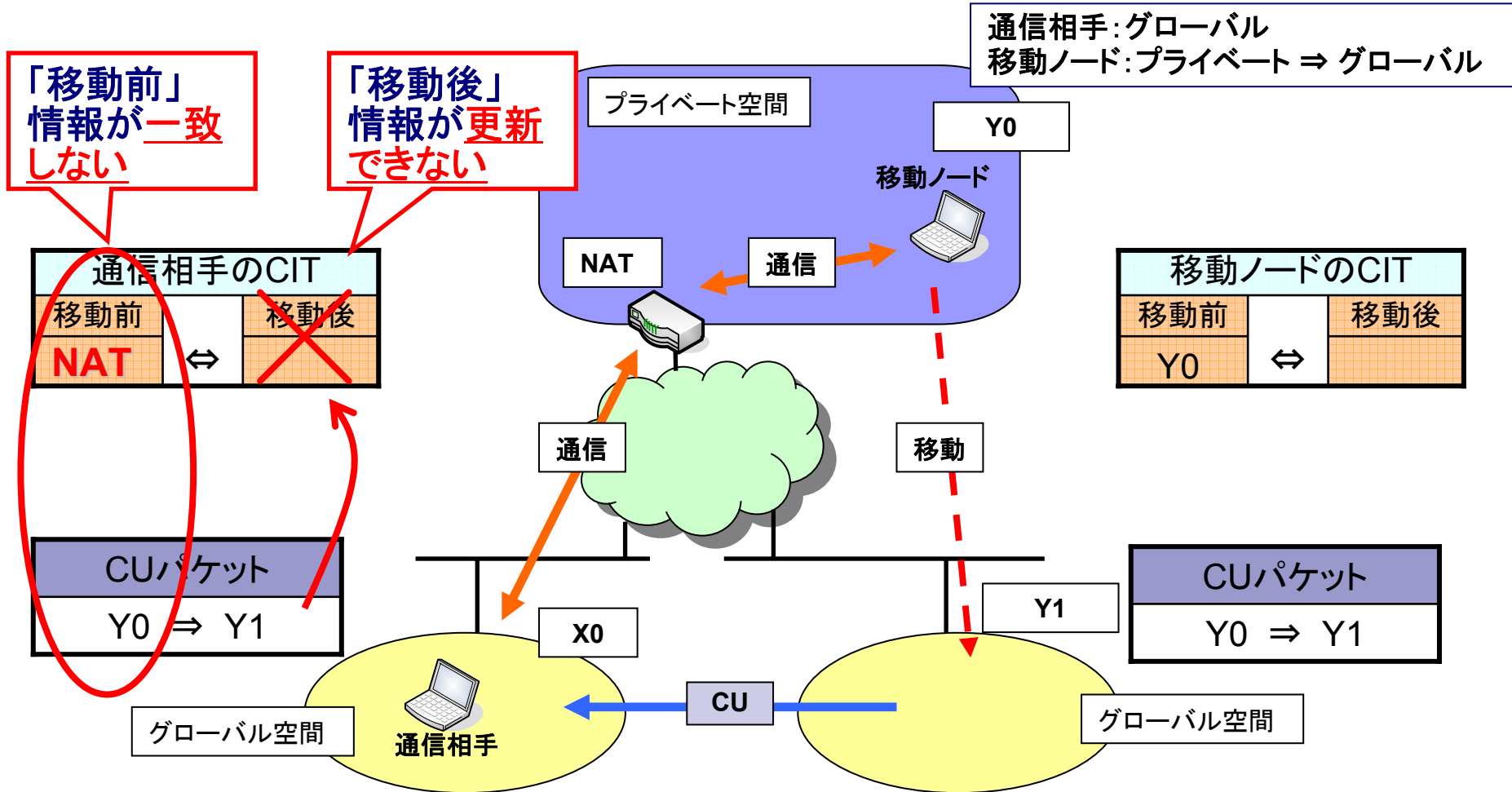
異なるアドレス空間を対象とした場合を検討

異なるアドレス空間を対象とした移動パターン



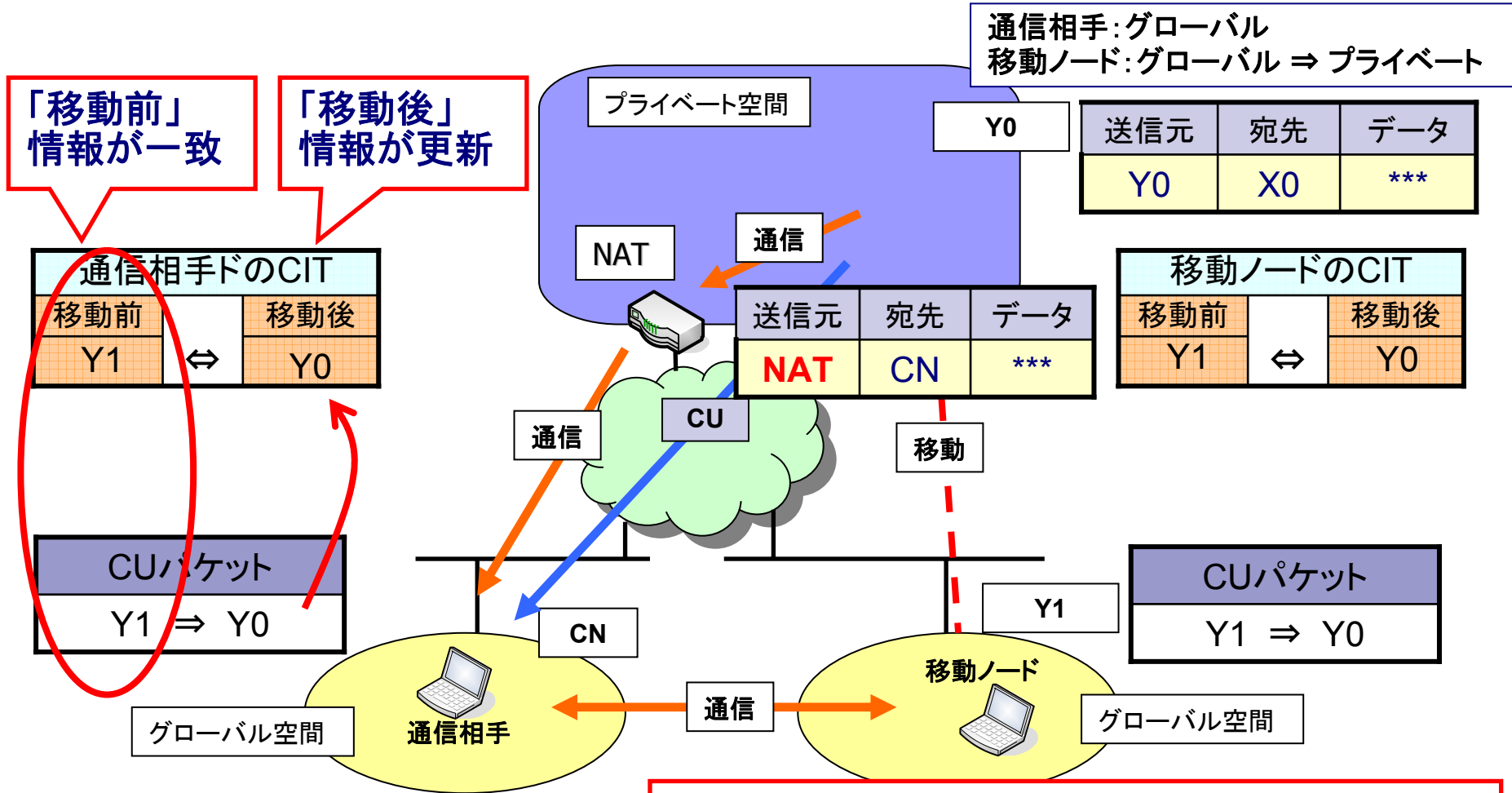
今回の検討対象

移動通信の限界[1]:プライベート⇒グローバル



CUに一致するCITが無いいため、CITの情報を更新できない

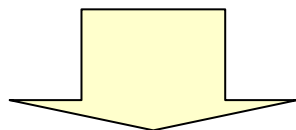
移動通信の限界[2]:グローバル⇒プライベート



パケットに該当するCITが存在しない
ためアドレス変換ができない

移動通信の限界[3]

- 同一アドレス空間での移動透過性は実現可能
- グローバル空間とプライベート空間を跨いだ移動通信
⇒ NATが介在するため、CITが正しく更新出来ない

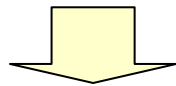


NATが介在するネットワーク構成に対し
整合性の取れたCITの更新を
行う手法を提案

提案手法の概要[1]

移動ノードがプライベート空間に属する場合

通信相手は移動ノードのプライベートアドレスを知る必要がある



DPRP(Dynamic Process Resolution Protocol)を利用

- 通信に先立ち制御パケットの交換を行う
- 通信経路上に存在する装置が互いに情報を交換

CU通知・応答をDPRPをベースに拡張

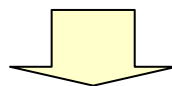
提案手法の概要[2]

- 通信に先立ち **DPRP**
- 通信中に移動すると **CU**

エンド端末間の通信経路上にある機器の情報を付加

移動ノードがプライベート空間に属する場合

⇒ 通信相手はNATのグローバルアドレスと
移動ノードのプライベートアドレスの情報を獲得

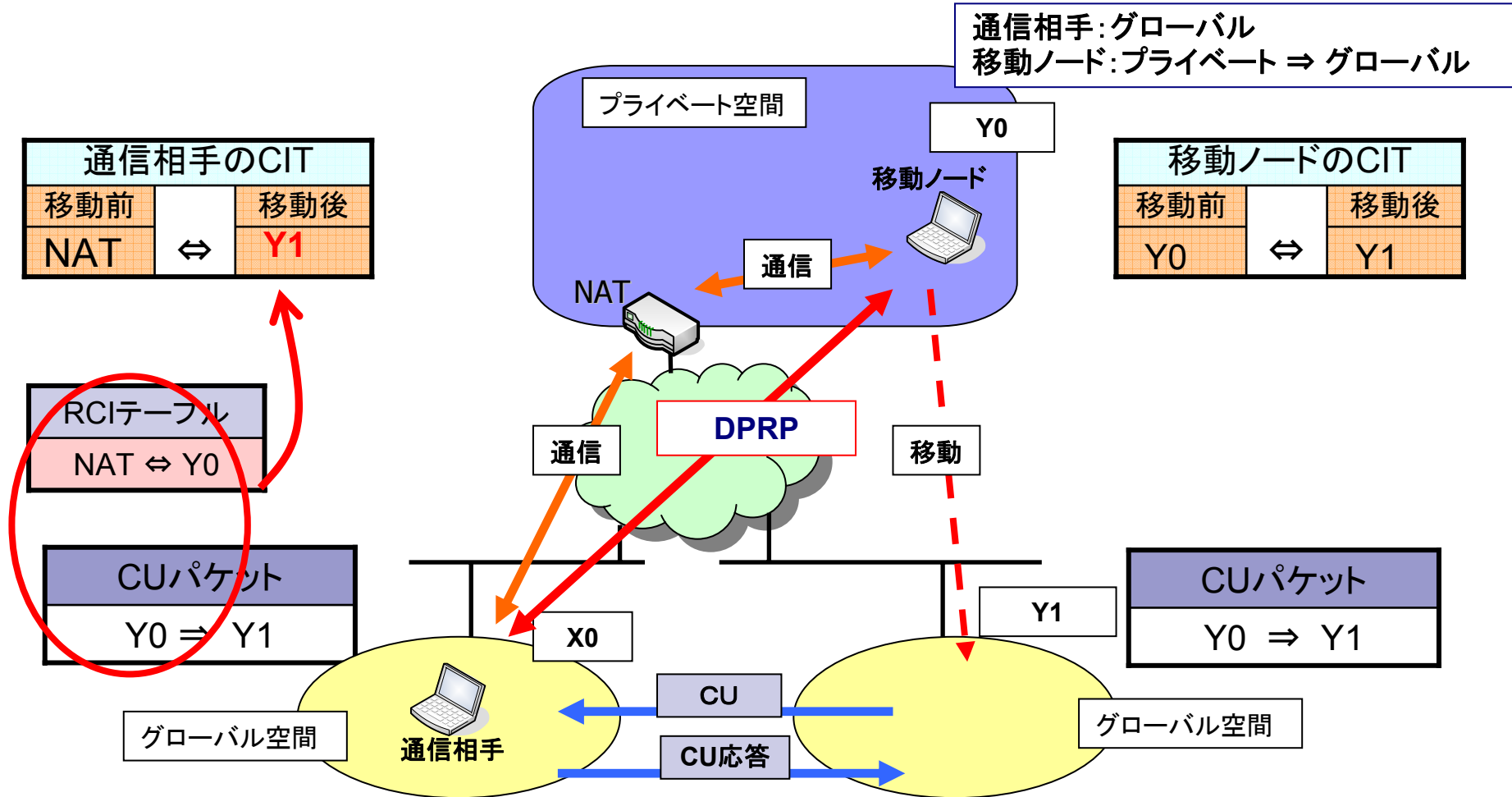


アドレスを対応付けたテーブルを生成

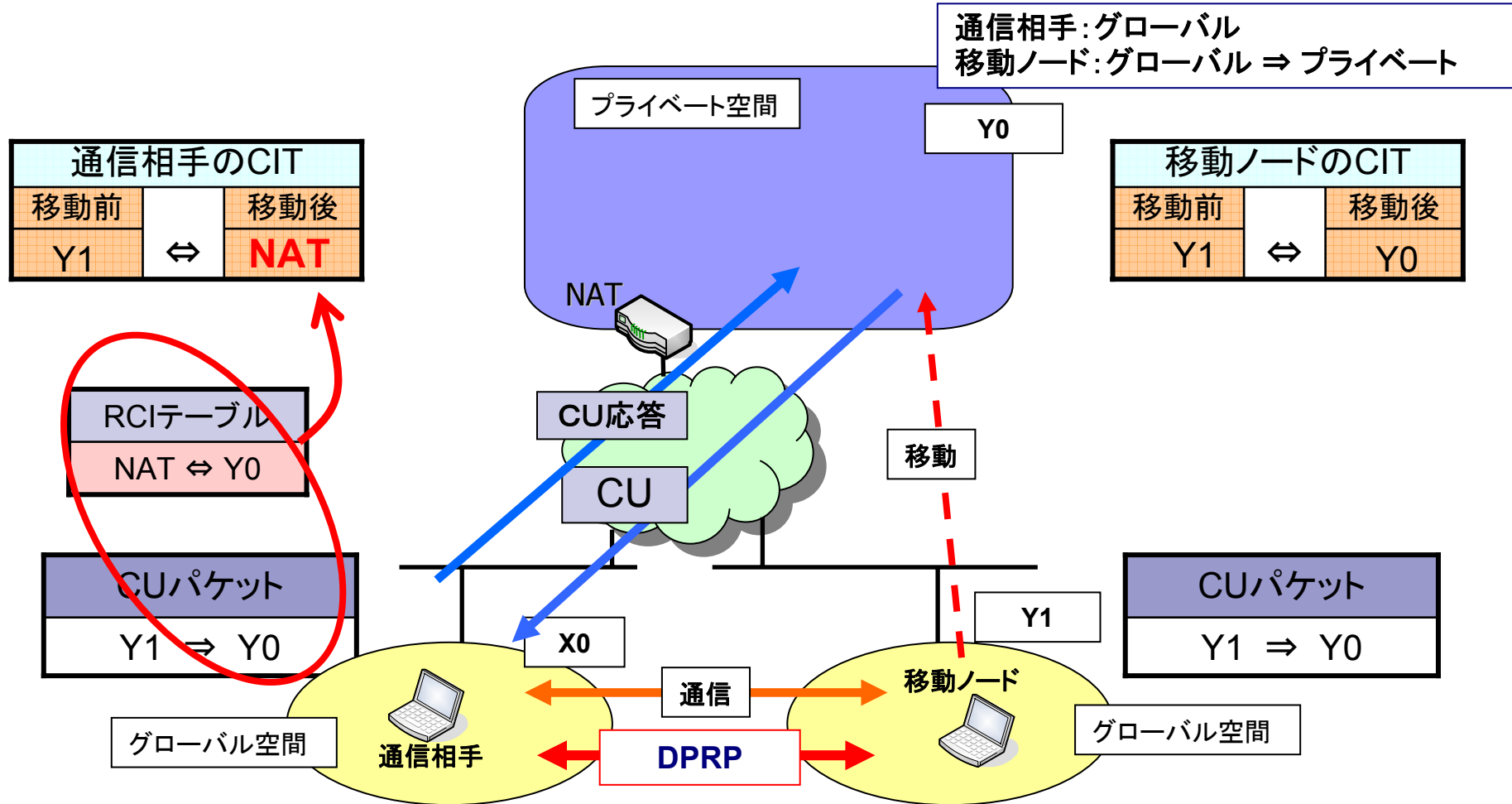


RCIテーブルを利用し、整合性の取れたCIT更新を行う

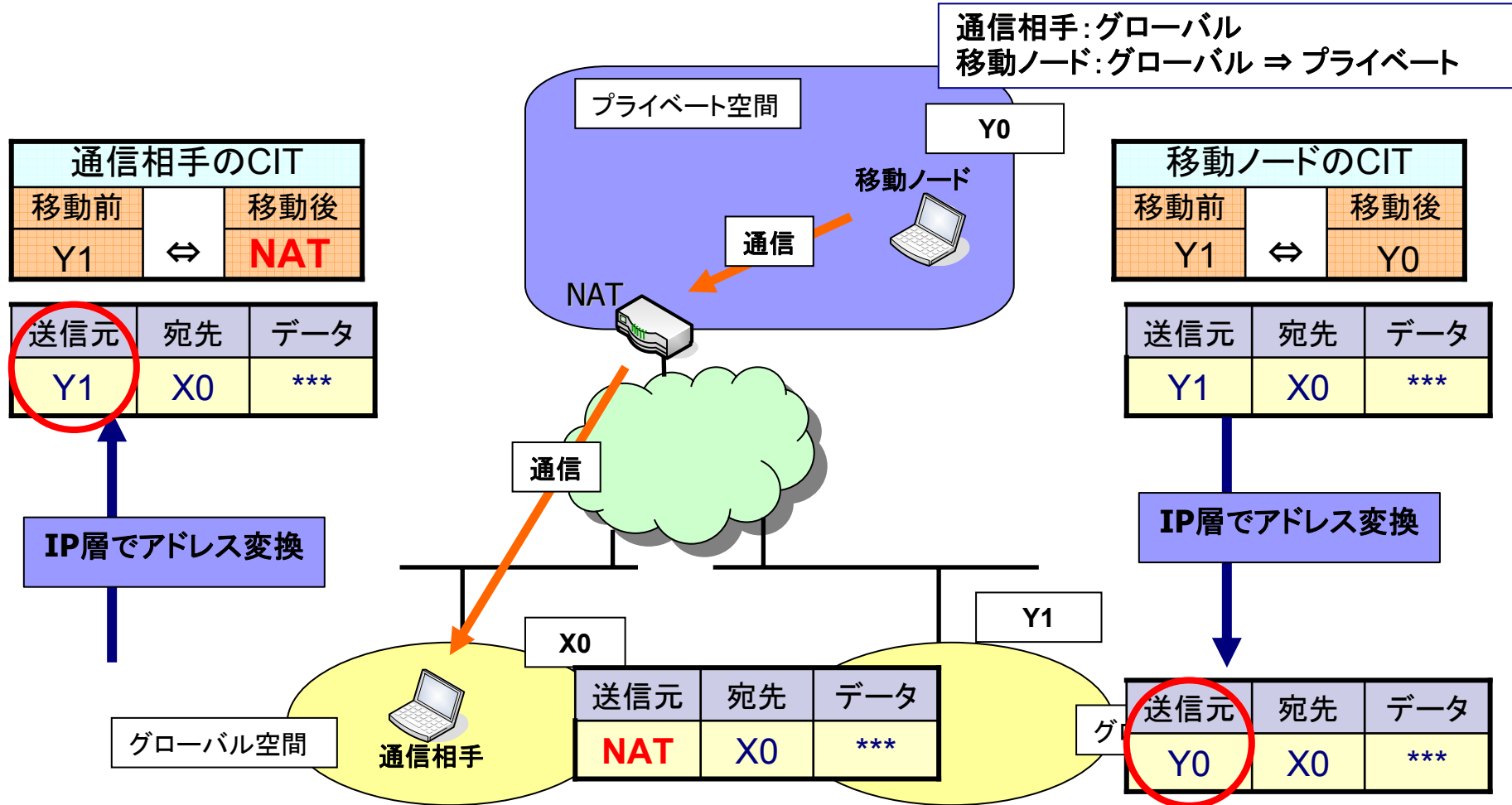
提案方式の通信[1]:プライベート⇒グローバル



提案方式の通信[2]:グローバル⇒プライベート



提案方式の通信[3]:グローバル⇒プライベート



提案方式でのCIT更新により, 通信継続が可能



むすび

- **まとめ**

異なるアドレス空間を対象とした移動透過性の 実現について検討

- 通信に先立ち、NATと移動ノードの対応関係を示すRCIを生成し、それを利用してCITを更新

- **今後**

- 通信相手がプライベート空間にいる場合の移動通信の検討を行う
- 提案手法の実装



終わり