

本資料内容について

- 本資料は下記論文を基に作成されたものです。文書の内容の正確さは保障出来ないため、正確な知識を求める方は原文を参照して下さい。

-論文名-

- IEEE802.21 を用いたスムーズな異種メディア間ハンドオーバーシステムの実現

-著者-

- 三屋光史朗, 湧川隆次, 村井純(慶應義塾大学)
- 北地三浩, 長澤知津子, 守田空悟, 横田知好(京セラ)

-出典・他-

- 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.1
- 2007年10月2日採録

IEEE802.21を用いたスムーズな 異種メディア間ハンドオーバシステム

名城大学 理工学部
水谷智大

はじめに

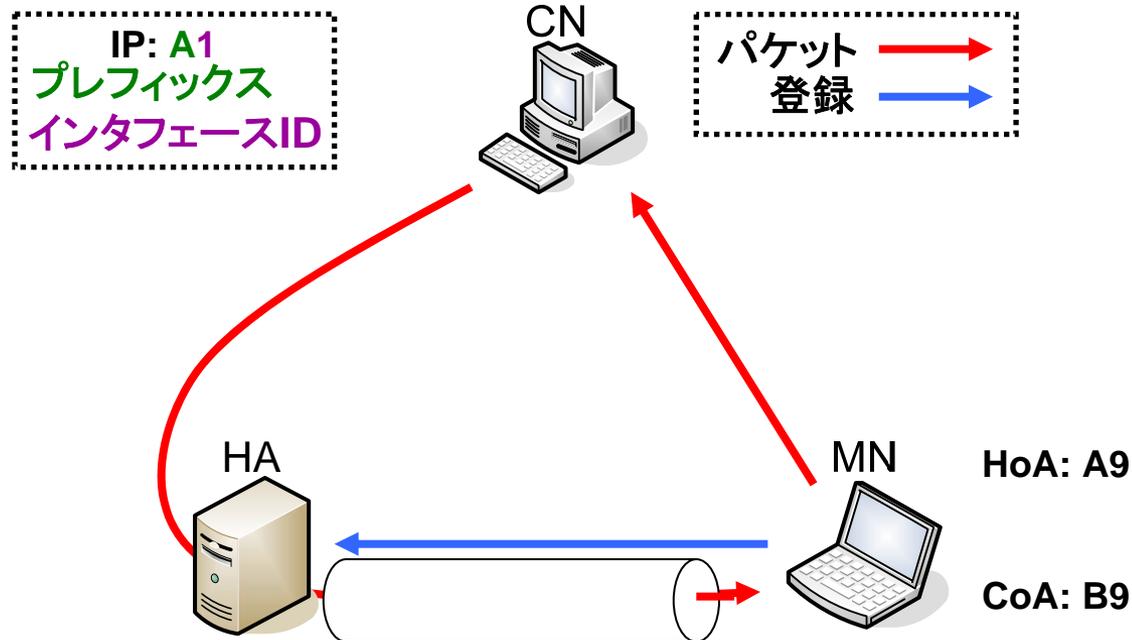
- 移動しながら通信したいという需要が増加
 - 無線ネットワークの普及, 移動端末の増加
- 移動透過技術
 - Mobile IPv6 / NEMO Basic Support
- 無線通信メディアが多種存在
 - 状況に応じた通信
- シームレスハンドオーバ
 - 複数のメディアを搭載しパケットロスのない通信

異種通信メディアを用いる
ハンドオーバは処理が複雑



IEEE802.21

Mobile IPv6



ノード	MN
HoA	A9
CoA	B9

- ・事前にMNは自身のHoAとCoAをHAに登録する
- ・MNからCNへのパケットは通常通り送信
- ・CNからMNへのパケットはHAを介し、カプセル化して送信
- ・(経路最適化は省略)

Mobile IPv6

IP: A1
プレフィックス
インタフェースID



パケット →
登録 →

I/F-Yを登録すると
更新される



HoA: A9

I/F-X

CoA: B9

I/F-Y

CoA: B8

ノード	MN
HoA	A9
CoA	B8

複数のI/Fを搭載

- ・事前にMNは自身のHoAとCoAをHAに登録する
- ・MNからCNへのパケットは通常通り送信
- ・CNからMNへのパケットはHAを介し、カプセル化して送信
- ・(経路最適化は省略)

Mobile IPv6

IP: A1
プレフィックス
インタフェースID



パケット →
登録 →

I/Fを複数搭載していても
HAにCoAを一つしか登録できない



HoA: A9

I/F-X

CoA: B9

I/F-Y

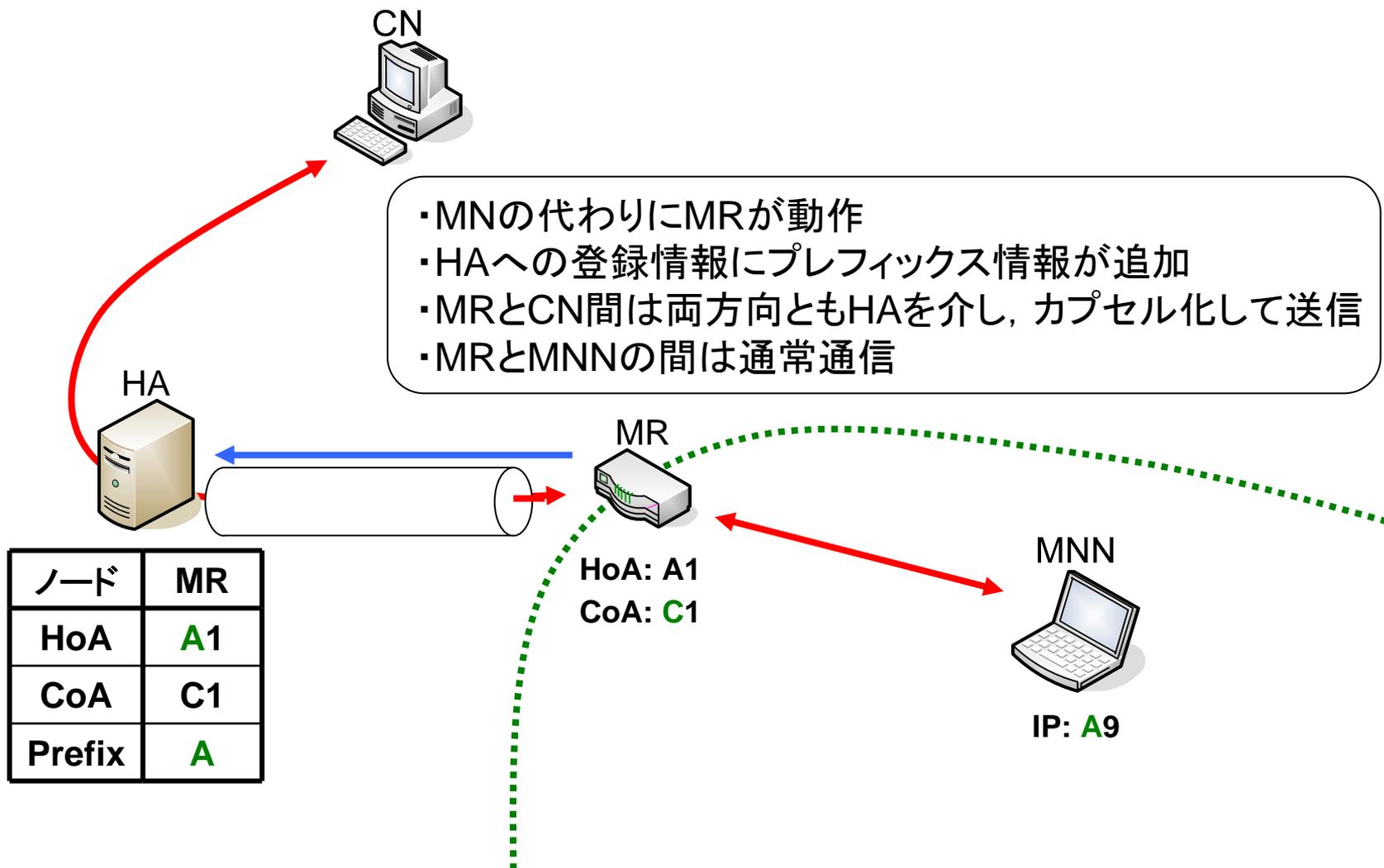
CoA: B8

複数のI/Fを搭載

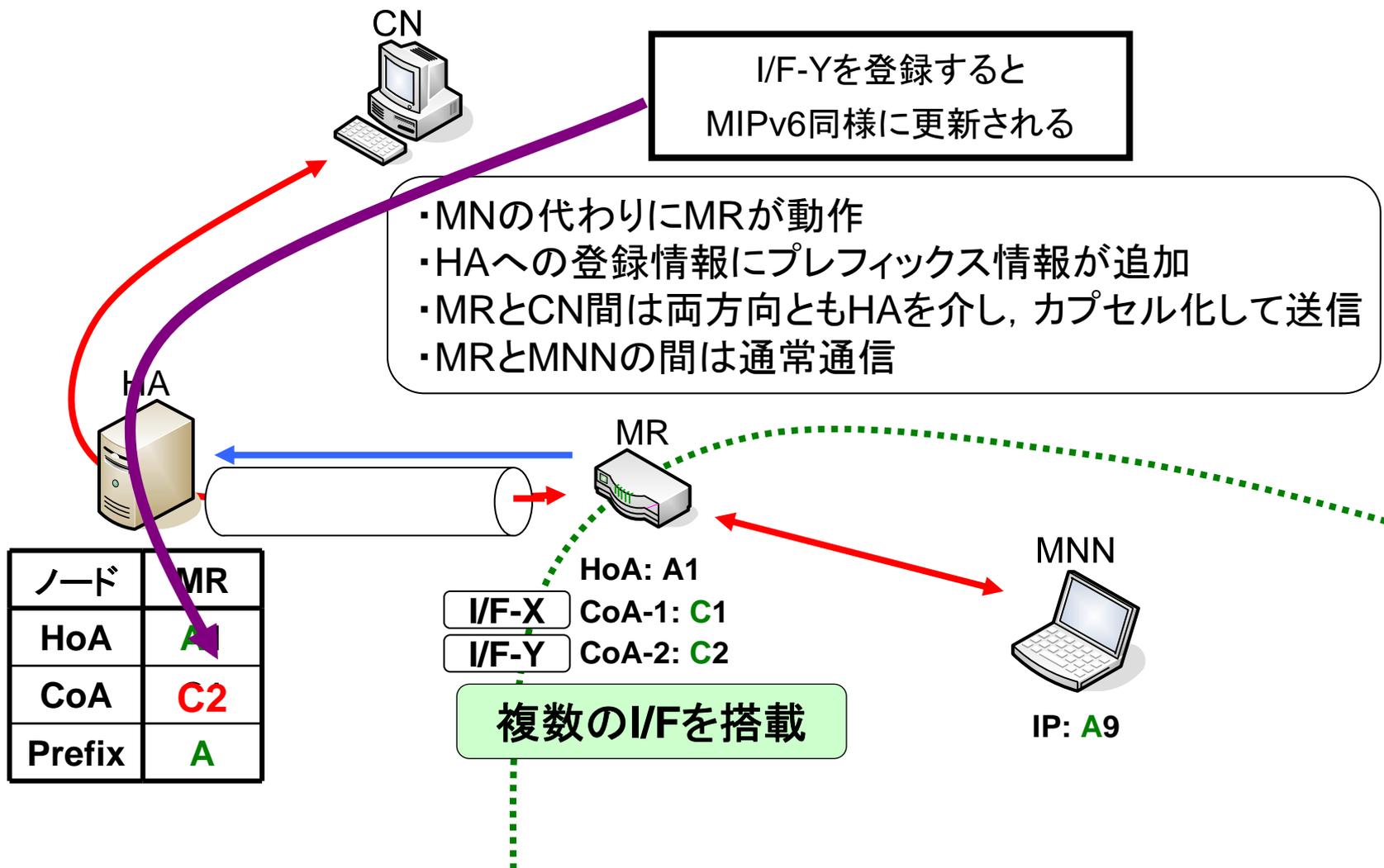
ノード	MN
HoA	A9
CoA	B8

- ・事前にMNは自身のHoAとCoAをHAに登録する
- ・MNからCNへのパケットは通常通り送信
- ・CNからMNへのパケットはHAを介し、カプセル化して送信
- ・(経路最適化は省略)

NEMO Basic Support



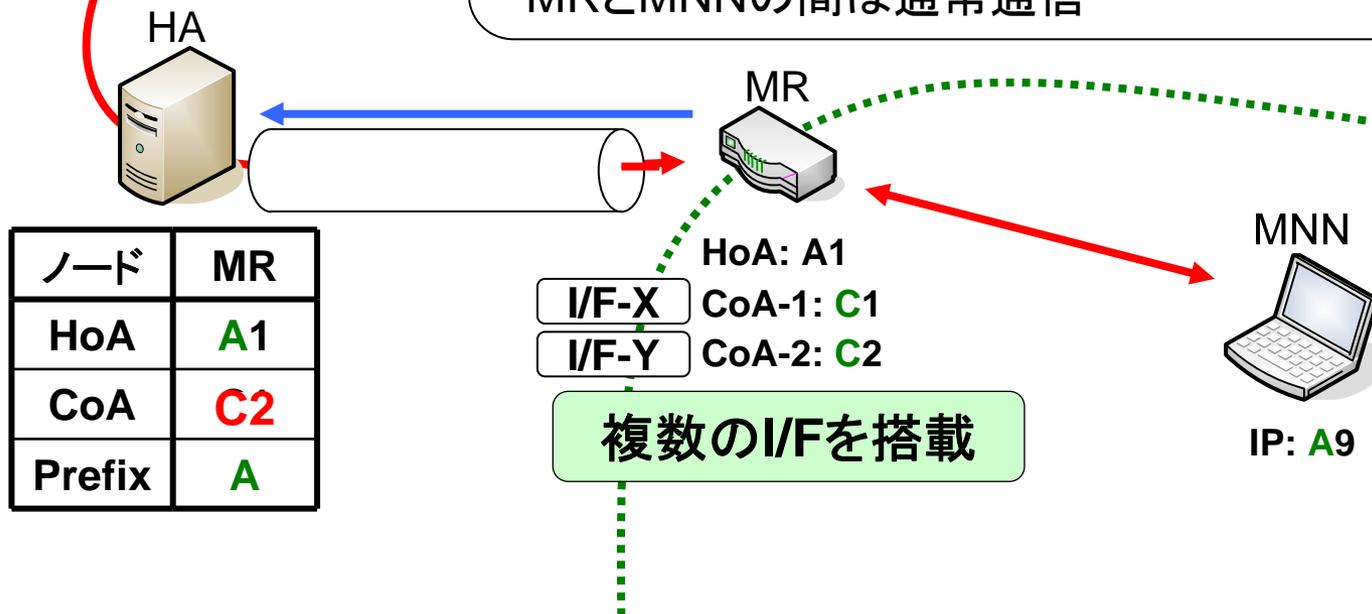
NEMO Basic Support



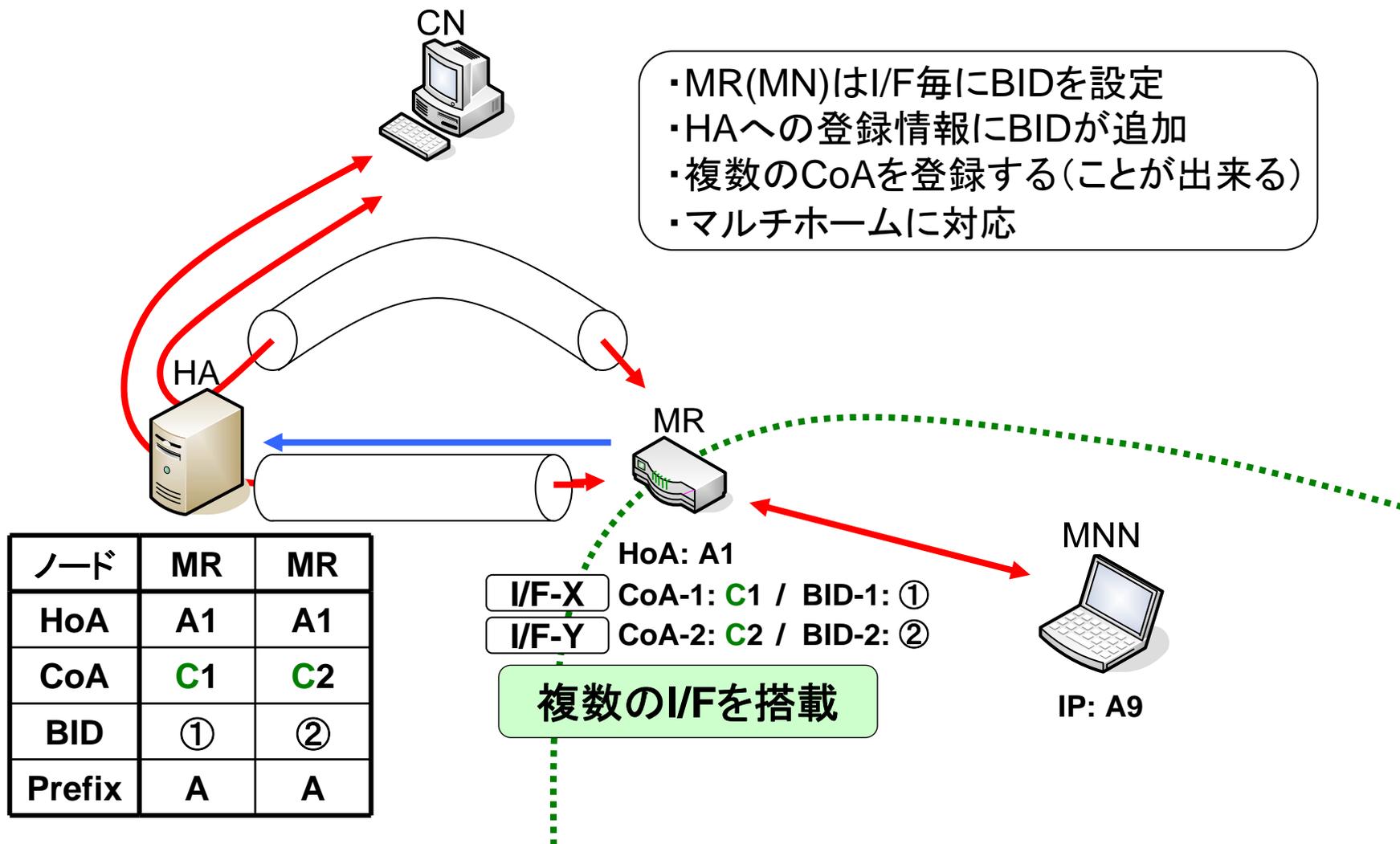
NEMO Basic Support

I/Fを複数搭載していても
HAにCoAを一つしか登録できない

- ・MNの代わりにMRが動作
- ・HAへの登録情報にプレフィックス情報が追加
- ・MRとCN間は両方向ともHAを介し、カプセル化して送信
- ・MRとMNNの間は通常通信



NEMO Basic Support + Multiple CoA(MCoA)

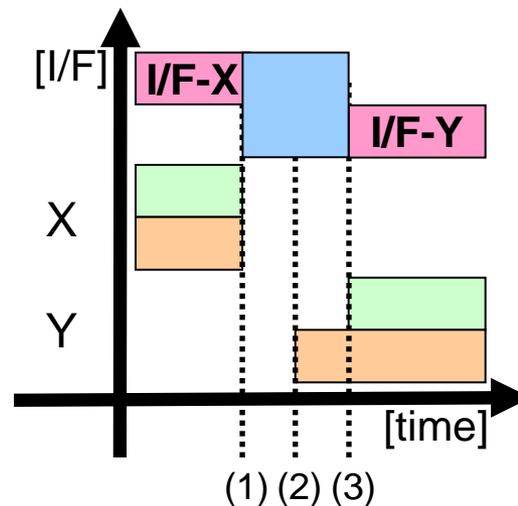


メディア切替えハンドオーバ

- 下位層の通信を確立し, 切替える
 - ネットワーク層
 - データリンク層
- ハンドオーバの4手法
 - Make-After-Break
 - Make-After-GoingToBreak
 - Make-Before-Break
 - Multihomed Make-Before-Break
- Mobile IPv6ではMCoAを利用することで, 通信I/Fを切替えて通信を行い, シームレスなハンドオーバが実現可能

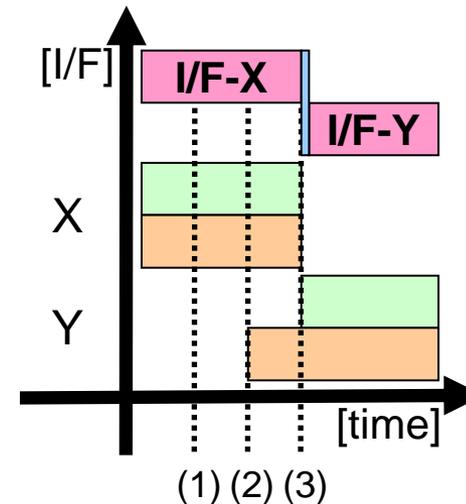
4手法 – Make-After-Break

1. I/F-X: リンクが切断,
I/F-Y: リンク層セットアップ開始
2. I/F-Y: リンク層セットアップ完了,
I/F-Y: ネットワーク層アドレスの取得開始
3. I/F-Y: ネットワーク層アドレスの取得完了,
通信I/Fの切り替え,
I/F-Y: 通信開始



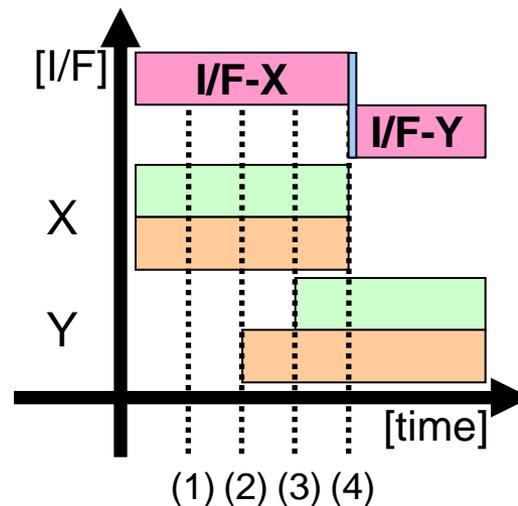
4手法 – Make-After-GoingToBreak

1. I/F-X: リンク品質が劣化,
I/F-Y: リンク層セットアップ開始
2. I/F-Y: リンク層セットアップ完了,
I/F-Y: ネットワーク層アドレスの取得開始
3. I/F-Y: ネットワーク層アドレスの取得完了,
通信I/Fの切り替え,
I/F-X: リンク切断
I/F-Y: 通信開始



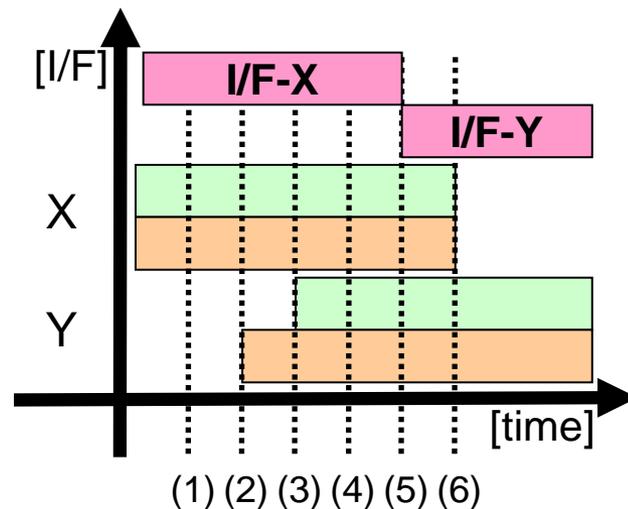
4手法 – Make-Before-Break

1. I/F-X: リンク品質が劣化,
I/F-Y: リンク層セットアップ開始
2. I/F-Y: リンク層セットアップ完了,
I/F-Y: ネットワーク層アドレスの取得開始
3. I/F-Y: ネットワーク層アドレスの取得完了
4. I/F-X: リンク品質が更に劣化しリンクが切断,
通信I/Fの切り替え,
I/F-Y: 通信開始



4手法 – Multihomed Make-Before-Break

1. I/F-X: リンク品質が劣化,
I/F-Y: リンク層セットアップ開始
2. I/F-Y: リンク層セットアップ完了,
I/F-Y: ネットワーク層アドレスの取得処理開始
3. I/F-Y: ネットワーク層アドレスの取得処理完了
4. I/F-Y: Mobile IPのBinding処理,
I/F-X: リンク品質が更に劣化
5. 通信I/Fの切替え,
I/F-Y: 通信開始
6. I/F-X: 切断



メディア依存

- 通信I/Fはリンク層の情報を元に切り替える

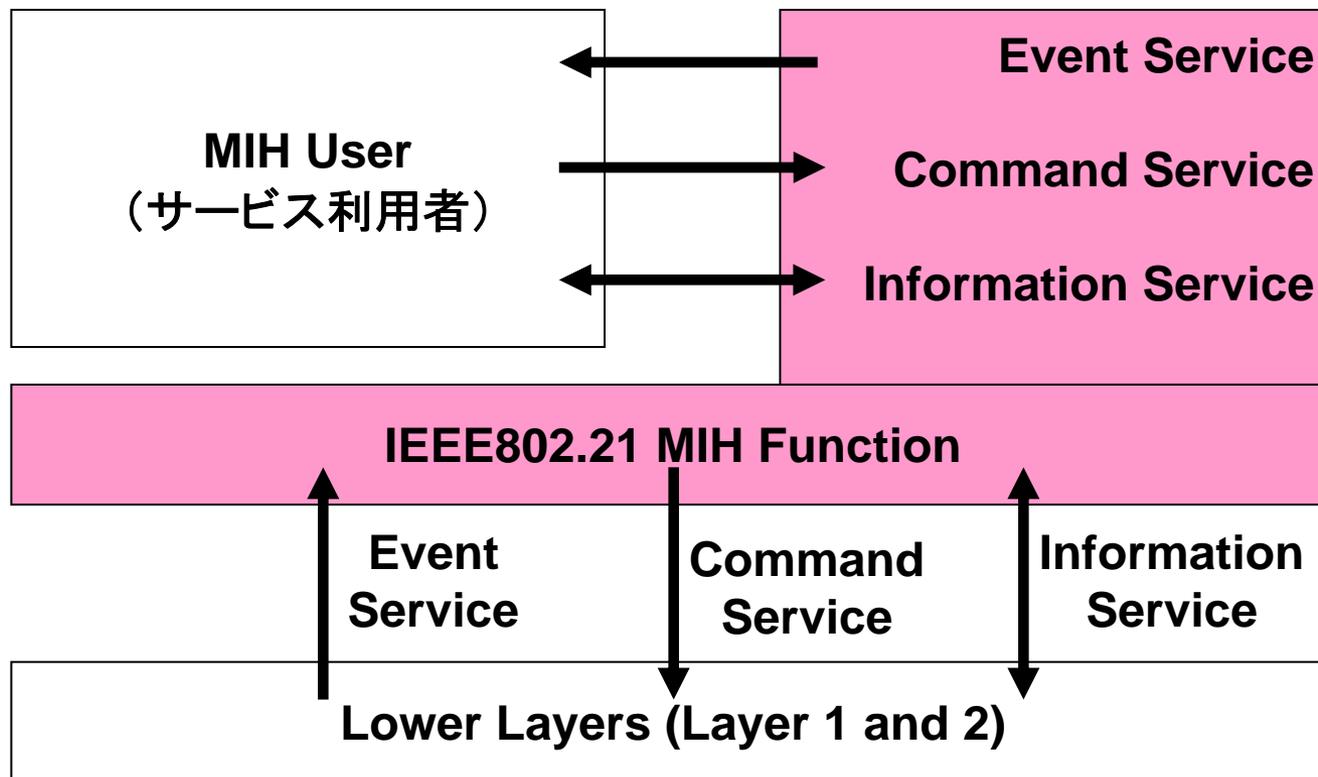
メディア毎にリンク層の情報の扱い方が違い、
それぞれの実装が必要

異種通信メディアを用いた
ハンドオーバーの処理を統一するI/F

IEEE802.21

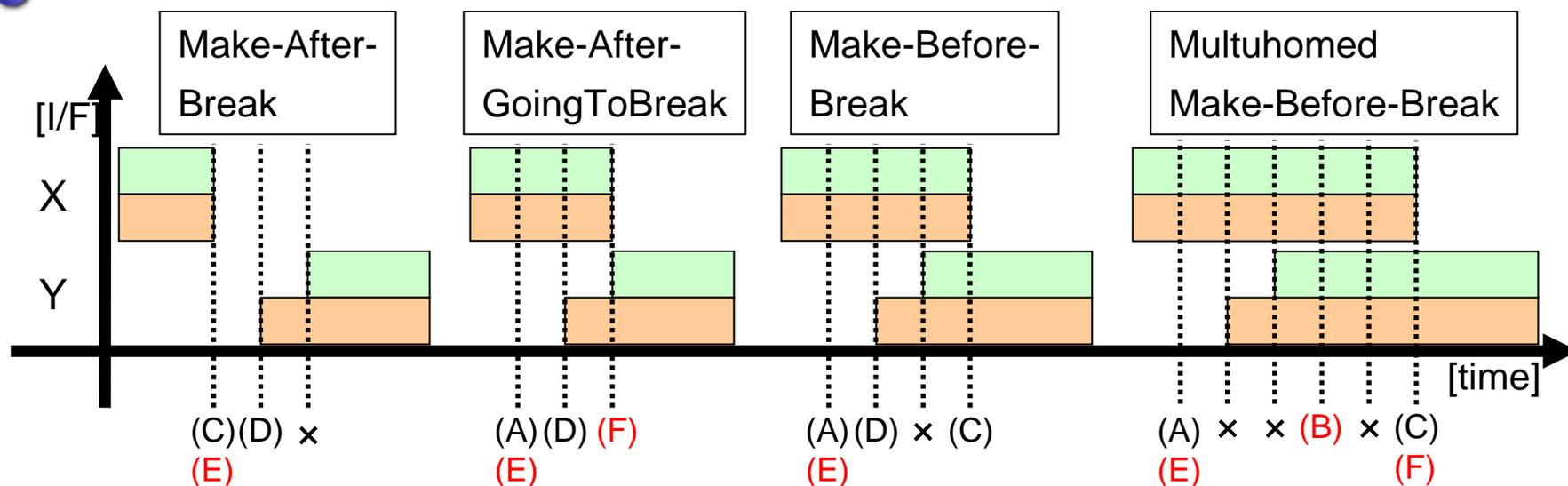
→メディア毎の差異が無くなる

IEEE802.21



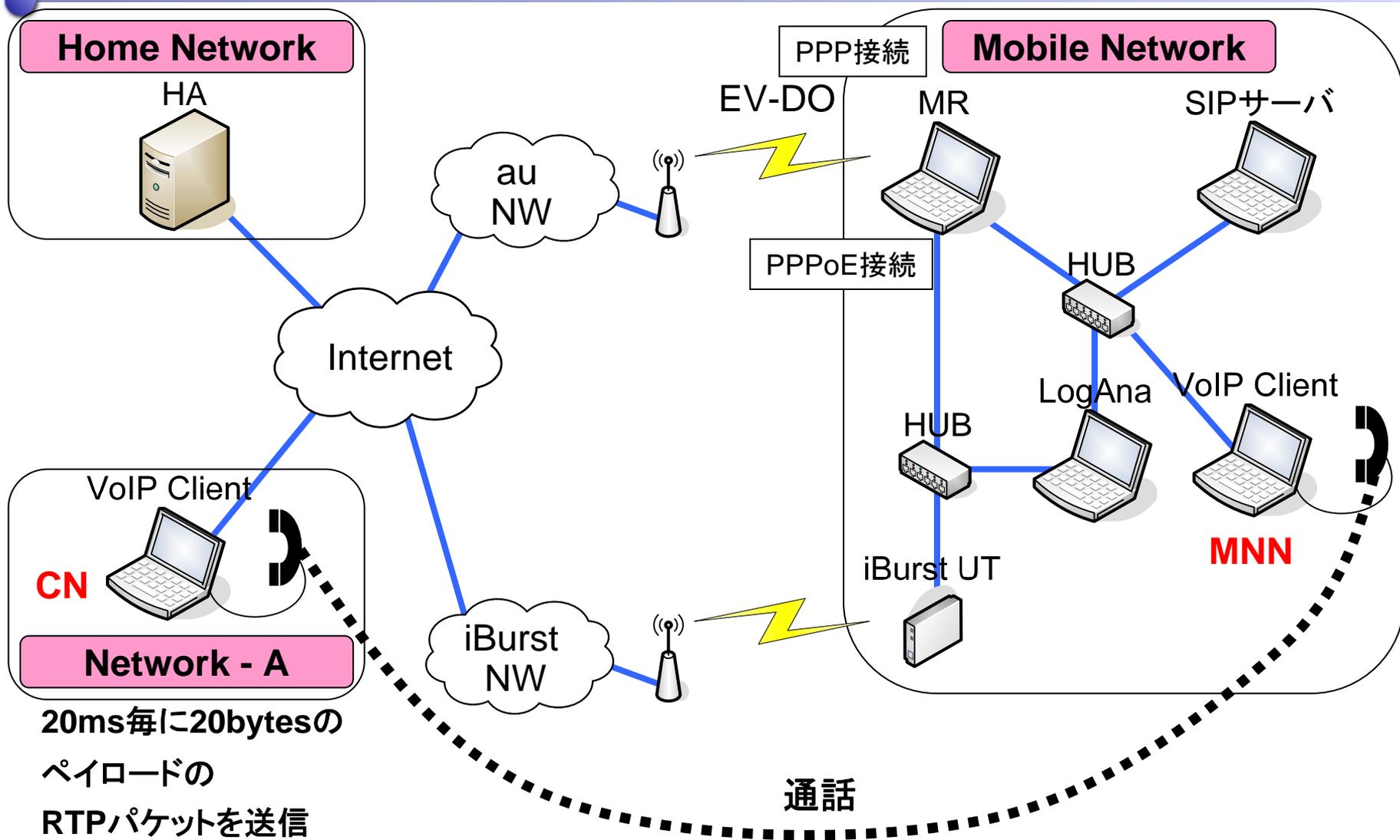
- MI Event ... 発生したリンク層のイベントを上位層に通知
- MI Command ... リンク層の状態情報の要求, 上位層の情報を下位層に通知
- MI Information ... 隣接ネットワーク情報などの取得

IEEE802.21に存在する・しない処理



- (A) リンク層, ネットワーク層の設定の開始タイミングのイベント通知(リンク品質劣化イベントA)
- (B) 通信I/Fの切り替えタイミングのイベント通知(リンク品質劣化イベントB)
- (C) リンクの切断通知(リンク切断イベント)
- (D) リンクの確立通知(リンク確立イベント)
- (E) リンク層セットアップの開始要求(リンク確立要求コマンド)
- (F) リンクの切断要求(リンク切断要求コマンド)
- x イベント・コマンド共に不要

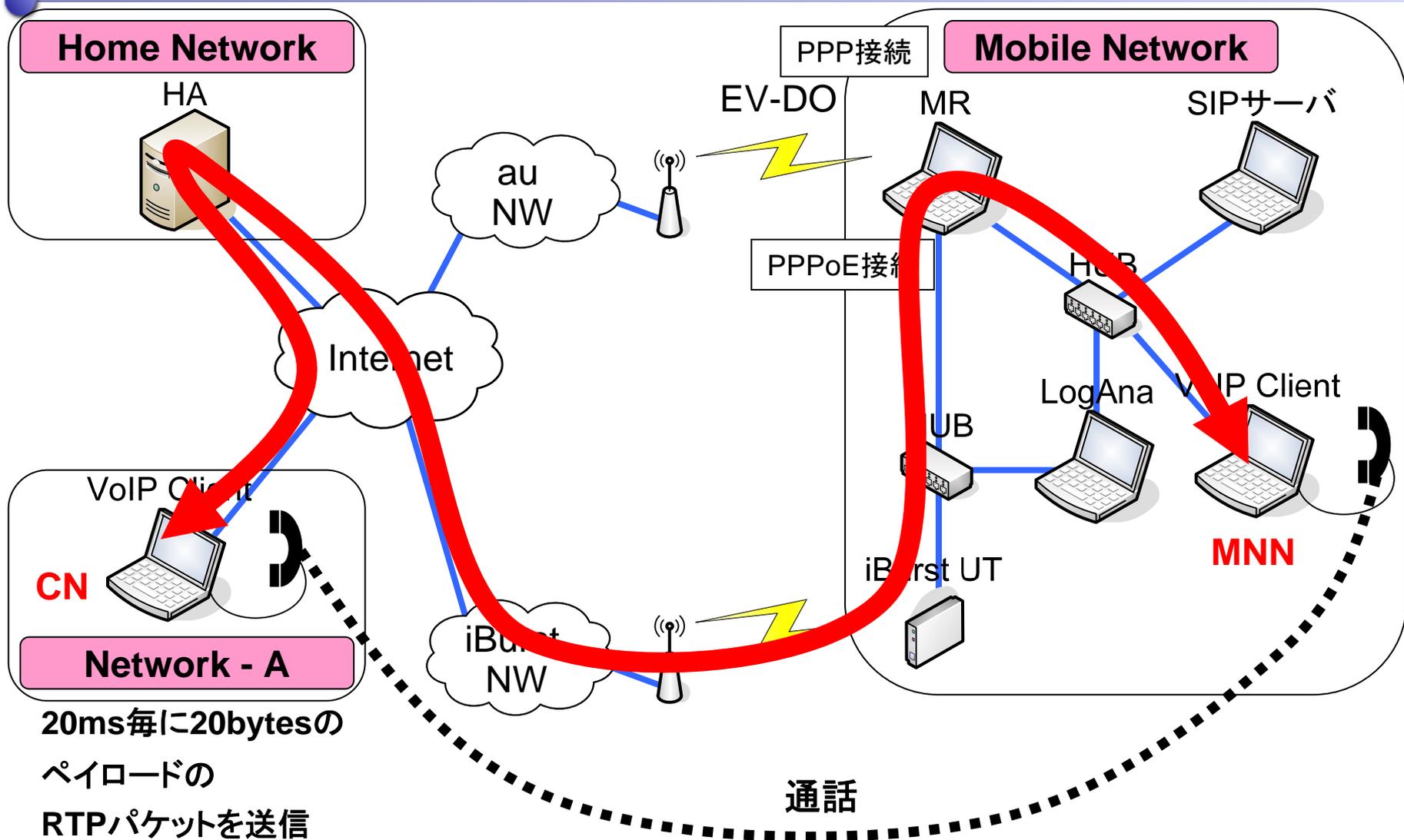
実験環境



20ms毎に20bytesの
ペイロードの
RTPパケットを送信

通話

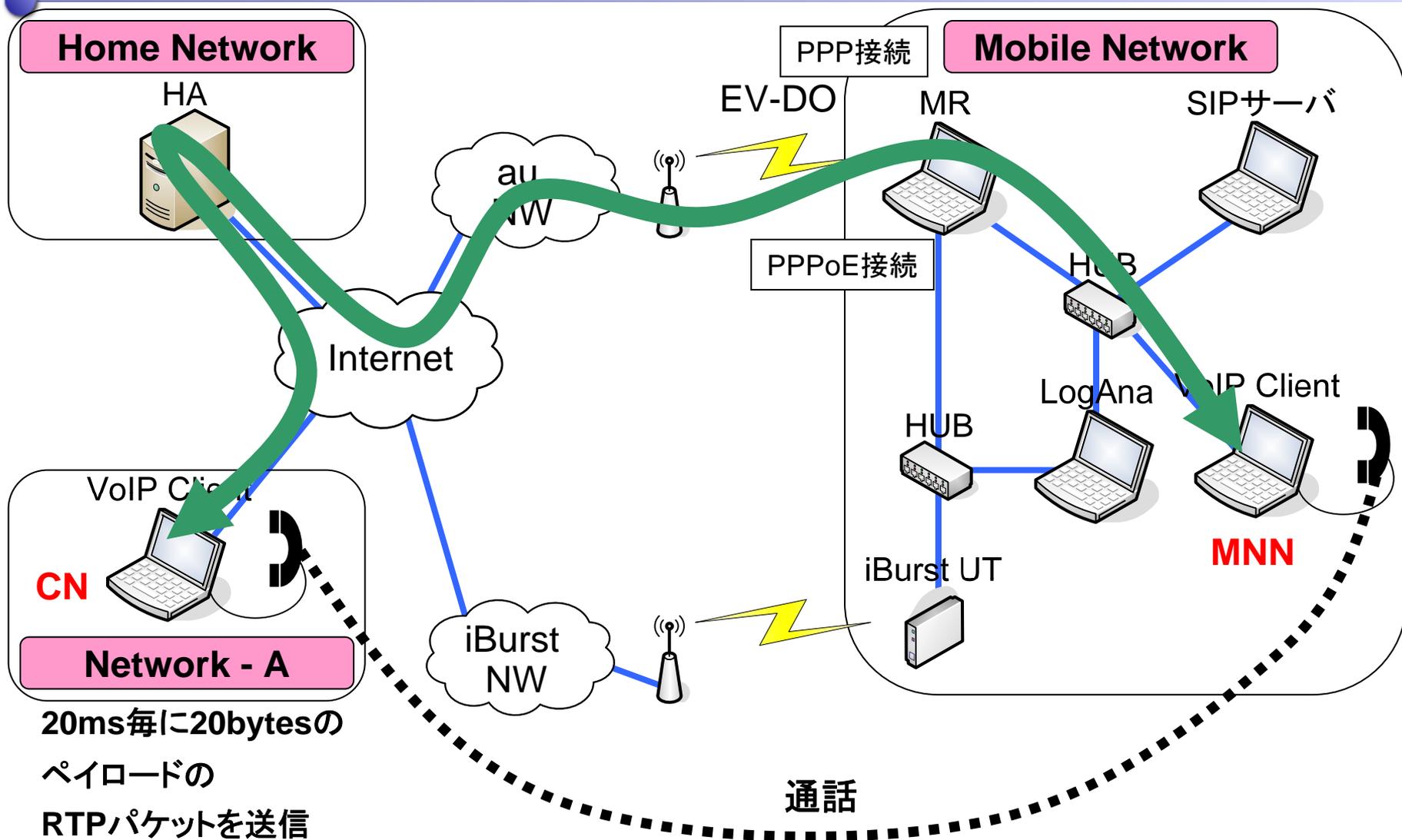
実験環境



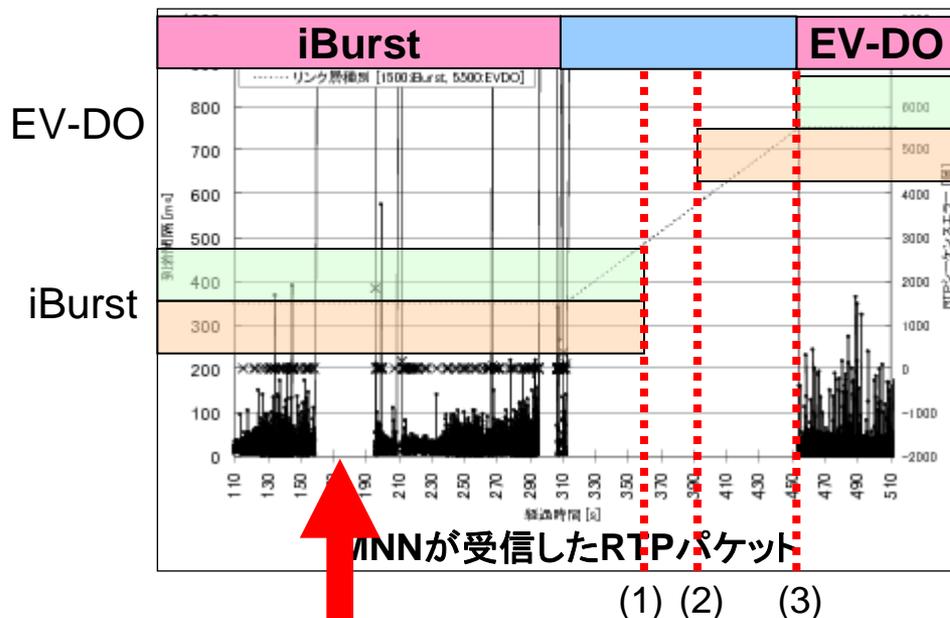
20ms毎に20bytesの
ペイロードの
RTPパケットを送信

通話

実験環境



実験結果 - Make-After-Break



1. iBurst : リンクが切断,
EV-DO: リンク層セットアップ開始
2. EV-DO: リンク層セットアップ完了,
EV-DO: ネットワーク層アドレスの取得開始
3. EV-DO: ネットワーク層アドレスの取得完了,
通信I/Fの切り替え,
EV-DO: 通信開始

通信不能な程電波状況が悪くなったものの、PPPoEのリンク切断までの接続タイムアウト時間に至らず電波状況が復帰

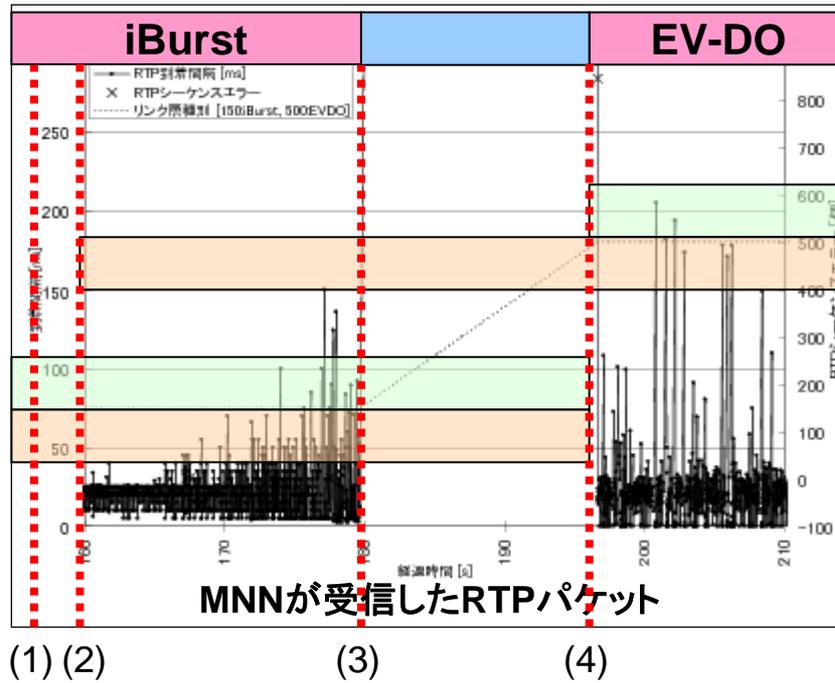
切断時間: 37s
パケットロス数: 1836個

ハンドオーバーによる
切断時間とパケットロス数

切断時間: 160s
パケットロス数: 7338個

PPPを用いることにより、リンク切断までの接続タイムアウトまでに時間を要するため、特に切断時間が長くなる

実験結果 - Make-After-GoingToBreak



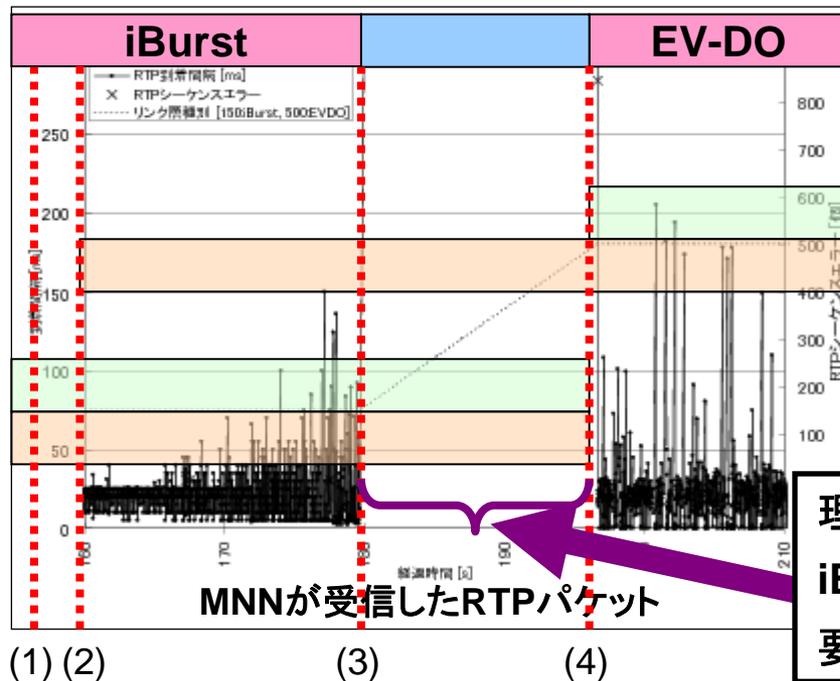
1. iBurst : リンク品質が劣化,
EV-DO: リンク層セットアップ開始
2. EV-DO: リンク層セットアップ完了,
EV-DO: ネットワーク層アドレスの取得開始
3. EV-DO: ネットワーク層アドレスの取得完了,
iBurst : リンク切断,
通信I/Fの切り替え
- (4.)EV-DO: 通信開始

ハンドオーバーによる
切断時間とパケットロス数

切断時間: 16.9s
パケットロス数: 847個

通常ではEV-DOのPPP接続にかかる時間は8~10s
無線状況に左右されて無通信時間が左右される

実験結果 - Make-After-GoingToBreak



1. iBurst : リンク品質が劣化,
EV-DO: リンク層セットアップ開始
2. EV-DO: リンク層セットアップ完了,
EV-DO: ネットワーク層アドレスの取得開始
3. EV-DO: ネットワーク層アドレスの取得完了,
iBurst : リンク切断,
通信I/Fの切り替え
- (4.)EV-DO: 通信開始

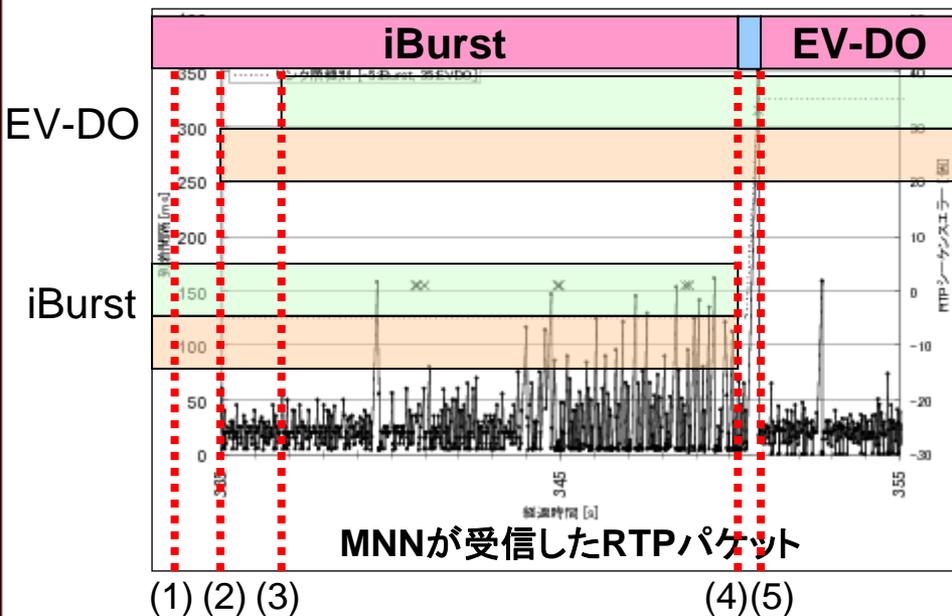
理論上は(3)のタイミングでリンクの切断を行うが、
iBurstのPPPoE接続のタイムアウトに時間を
要するために無通信時間が長くなる。

ハンドオーバーによる
切断時間とパケットロス数

切断時間: 16.9s
パケットロス数: 847個

~~通常ではEV-DOのPPP接続にかかる時間は8~10s~~
無線状況に左右されて無通信時間が左右される

実験結果 - Make-Before-Break



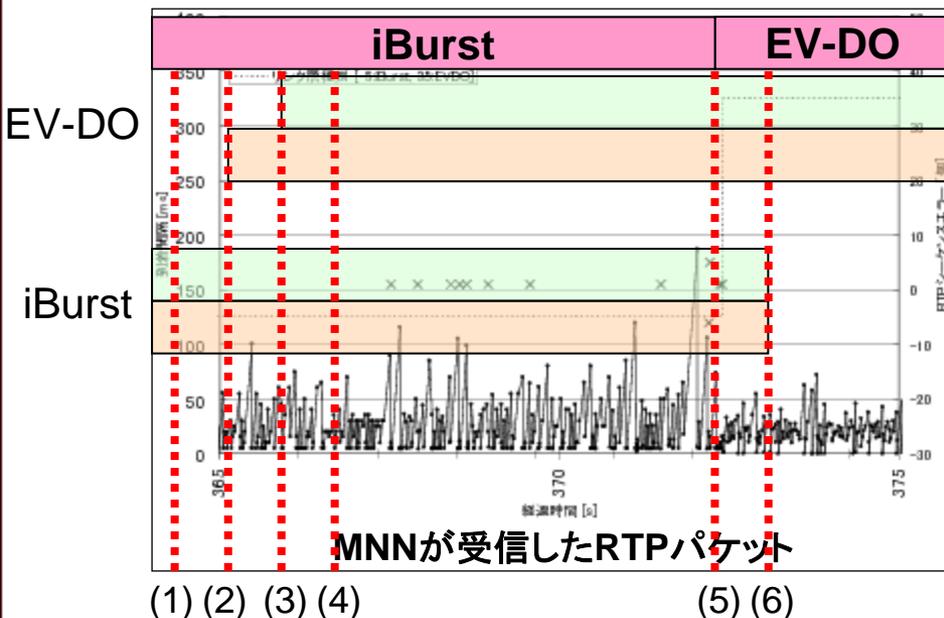
1. iBurst : リンク品質が劣化,
EV-DO: リンク層セットアップ開始
2. EV-DO: リンク層セットアップ完了,
EV-DO: ネットワーク層アドレスの取得開始
3. EV-DO: ネットワーク層アドレスの取得完了
4. iBurst : リンク品質が更に劣化しリンクが切断,
通信I/Fの切り替え,
- (5.) EV-DO: 通信開始

ハンドオーバーによる
切断時間とパケットロス数

切断時間: 350ms
パケットロス数: 33個

ほぼ理論通りで瞬間的な通信切断

実験結果 - Multihomed Make-Before-Break



1. iBurst : リンク品質が劣化,
EV-DO: リンク層セットアップ開始
2. EV-DO: リンク層セットアップ完了,
EV-DO: ネットワーク層アドレスの取得処理開始
3. iBurst : ネットワーク層アドレスの取得処理完了
4. EV-DO: Mobile IPのBinding処理,
iBurst : リンク品質が更に劣化
5. 通信I/Fの切替え,
EV-DO: 通信開始
6. iBurst : 切断

ハンドオーバーによる
切断時間とパケットロス数

切断時間: 0s
パケットロス数: 0個

理論通りで通信切断なし

まとめ

- シームレスハンドオーバーを行う際、通信メディアを切替えて通信することが多い。
- しかしメディア毎にリンク層の扱う情報が違うため、各々異種メディアを搭載する場合、それぞれの実装を行う必要がある。
- これを統一するインターフェースであるIEEE802.21を用いて、メディア毎の差異を無くす。
- ただし様々なハンドオーバーの種類があり、それぞれに対応できていないため、対応出来るように処理を追加した。
- 動作確認を行った結果、それぞれのハンドオーバー処理で動作が出来ることを確認した