

# ネットワークモビリティを提供するモバイルルータの相互接続実験

田坂 和之<sup>†</sup> 今井 尚樹<sup>†</sup> 磯村 学<sup>†</sup> 堀内 浩規<sup>†</sup> 湧川 隆次<sup>‡</sup> 植原 啓介<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>(株)KDDI 研究所      <sup>‡</sup>慶応義塾大学

## 1. はじめに

近年、移動系ネットワークでのモビリティが提供されることにより、ネットワークへシームレスに接続可能となっており、様々なサービスが継続して提供されるユビキタスネットワークが期待されている。サービスを継続して提供するための通信を実現する基盤技術としては、Mobile IP (MIP)や Network Mobility (NEMO)が提案されている。提案された MIP や NEMO は、Mobile Router (MR)ならびに Home Agent (HA)として様々な機関で実装、実験が行われている。しかしながら、単一機関で提供可能なサービス範囲は限られてしまうため、サービス範囲を拡大するには、様々な機関で開発した HA や MR の相互接続が必要となる。ここでいうサービス範囲とは、HA を利用して提供するコンテンツ配信などのサービスの提供可能範囲を意味する。そこで本稿では、KDDI と WIDE Project が実装した HA ならびに MR の相互接続実験により、サービス範囲拡大が技術的に可能であることを示す。

## 2. 相互接続の必要性

シームレスな通信を実現するためのネットワークモビリティを Mobile Network (MNW)に提供する MR は、KDDI, WIDE Project など様々な機関で研究、実装されてきた [1][2]。今後、MR を利用したサービス範囲を拡大するためには、それぞれの機関で運用する MR や HA の相互接続が必要となる。具体的には、ある機関で運用される MR が、他の機関で運用される HA に接続可能であることを必要とする。相互接続が可能となれば、MR のサービス範囲が単一機関の運用範囲に止まらず、相互接続可能な範囲まで拡大することができる。

## 3. 相互接続実験概要

KDDI で開発した MR (KDDI-MR)ならびに HA (KDDI-HA), WIDE Project において開発した MR (WIDE-MR)ならびに HA (WIDE-HA)は、MIPv6[3]および NEMO[4]を実装しており、これらのプロトコルの相互接続実験を実施した。本章では、これらの MR ならびに HA の相互接続実験の概要について述べる。

### 3.1 実験構成

相互接続実験で用いた実験構成図を図 1 に示す。KDDI-HA, WIDE-HA は、それぞれ KDDI 管理のネットワーク (KDDI NW), 慶応大学管理のネットワーク (Keio NW) に接続している。また Correspondent Node (CN)は、KDDI NW に接続されており、Mobile Network Node (MNN)は各 MR で構築される移動ネットワーク (KDDI-MNW, WIDE-MNW) のどちらかに接続されている。各 MR は、IEEE802.11b WLAN 及び 2GHz 帯か 800MHz 帯のどちらかの 1xEV-DO を利用してインターネットに接続する。

### 3.2 機器の仕様

相互接続実験で用いた KDDI-MR, WIDE-MR ならびに KDDI-HA, WIDE-HA の仕様を、それぞれ表 1, 表 2 に示す。

The Experiment of Interoperability between Two kinds of Mobile Router implementations

<sup>†</sup>Kazuyuki TASAKA (ka-tasaka@kddilabs.jp)

<sup>†</sup>Naoki IMAI (naoki@kddilabs.jp)

<sup>†</sup>Manabu ISOMURA (isomura@kddilabs.jp)

<sup>†</sup>Hiroki HORIUCHI (hr-horiuchi@kddilabs.jp)

<sup>‡</sup>Ryuji WAKIKAWA (ryuji@wide.ad.jp)

<sup>‡</sup>Keisuke UEHARA (kei@wide.ad.jp)

KDDI R&D Laboratories Inc. (†)

Keio University (‡)

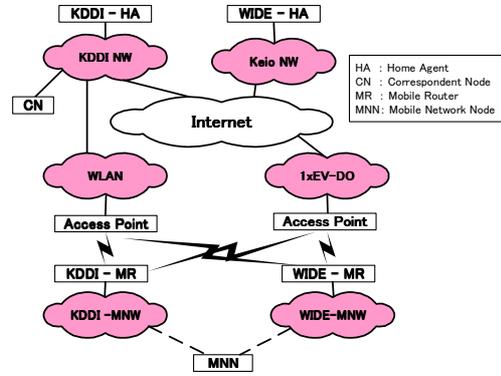


図 1 実験構成図

表 1 モバイルルータの仕様

	KDDI-MR	WIDE-MR
OS	Linux Redhat9	NetBSD 1.6.2
Design	User land	Kernel land
CPU	Geodo 266 MHz	C3 400 MHz
Memory	320 Mbyte	256 Mbyte

表 2 ホームエージェントの仕様

	KDDI-HA	WIDE-HA
OS	Linux Redhat9	NetBSD 1.6.2
Design	User land	Kernel land
CPU	Pentium4 1.8GHz	Pentium4 3GHz
Memory	512 Mbyte	512 Mbyte

### 3.3 相互接続実験

本節では相互接続実験の内容について述べる。本実験では、以下に示す二つの状況下での実験を行った。

1. 一方の MR を他方の HA へ接続
2. 両者の MR を一方の HA へ同時接続

1 の実験では、KDDI-MR を WIDE-HA へ接続、WIDE-MR を KDDI-HA へ相互接続し、各 MR ならびに HA において、Dynamic Home Agent Address Discovery (DHAAD), Binding Update (BU), Binding Acknowledgement (BA) が正しく処理されることを確認した。また、各 MR において無線 LAN と 1xEV-DO を切替えても、MNN と CN 間の通信が継続されること(ネットワークモビリティ)を確認した。

2 の実験では、両者の MR が同時に各 HA へ登録可能であることを確認するため、KDDI-MR, WIDE-MR を一方の HA へ同時に接続した場合において、1 と同様の実験を行い、正常に動作することを確認した。

以上の実験により、KDDI と WIDE Project の HA ならびに MR の相互接続が確認できた。

## 4. 性能測定結果と評価

本章では、相互接続を実施した HA ならびに MR の性能測定の結果を示すとともに、同一機関での測定結果と比較して相互接続に伴う性能の影響について述べる。

### 4.1 測定結果

本節では、一方の MR が他方の HA へ相互接続した場合、ならびに両者の MR を一方の HA へ同時に接続した場合における測定結果を述べる。

#### 4.1.1 MR ならびに HA の相互接続による測定結果

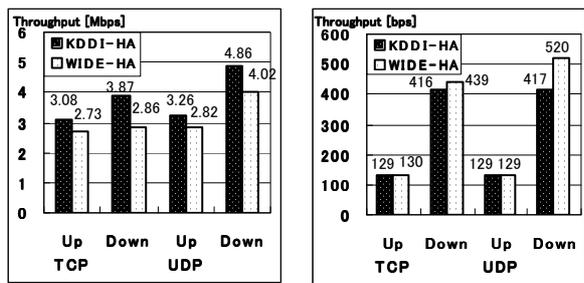
各 MR が相互接続した場合の測定結果と同一機関での測定結果との比較を以下に示す。相互接続実験による性能測定では、以下の2項目について測定した。

(1) CN, MNN 間でのスループット測定

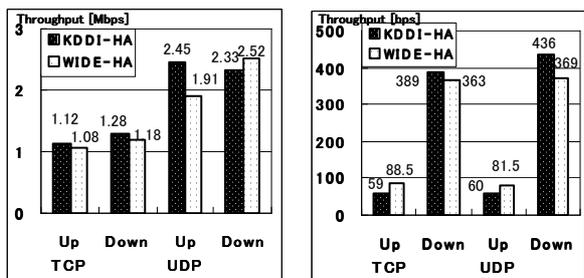
(2) Binding 登録時間

(1)の測定結果を図2ならびに図3に示す。図2では、MNN から CN への上り(Up)リンクならびに CN から MNN への下り(Down)リンクにおける KDDI-MR を利用した場合のスループット測定結果を示す。通信メディアとして WLAN を利用した場合の測定結果を同図左に、800MHz 帯 1xEV-DO を利用した場合の測定結果を右に示す。測定結果より WLAN 利用時では、相互接続により、約 0.3~1Mbps ほどスループットが減少している。一方、1xEV-DO の場合、約 0.1Mbps 以下と殆ど差がないことが確認できる。したがって、1xEV-DO では相互接続による性能の影響はないことが確認できる。WLAN の性能に差が見られる原因は、図1より、WLAN の Access Point (AP) から KDDI-HA までのネットワーク上の距離が WIDE-HA までの距離よりも近いというネットワーク上の距離の差にあり、一方の 1xEV-DO に差が見られないのは、ネットワーク上の距離の差が殆どないものによることが考えられる。図3では、WIDE-MR でのスループット測定結果を示す。WLAN 利用時の測定結果では、図2と同様に、1.1Mbps の差が生じたことを確認できた。この差の原因も上記のネットワーク上の距離の差によるものであることが推測できる。

(2)の測定では、Binding 登録時間を測定し、同時接続でない場合の測定結果と比較することにより、両 HA の性能評価を行う。(2)の測定結果を図4に示す。図4では、1xEV-DO から WLAN, WLAN から 1xEV-DO, WLAN から WLAN へ通信メディアを切替えた場合における Binding 登録時間の測定結果を示している。ここで Binding 登録時間とは、MR が BU を送信し、BA を受信するまでの時間を示す。つまり Binding 登録時間は、MR から HA までの RTT と HA における MIP の処理時間を加算したものとなる。そこで各 MR から HA までの RTT を測定し、それぞれの Binding 登録時間から除くと、MIP の処理時間は両 HA とともに約 4~6msec であることを確認した。通信メディアを WLAN に切



WLAN 利用時 800MHz 帯 1xEV-DO 利用時  
図2 スループット(KDDI-MR)



WLAN 利用時 800MHz 帯 1xEV-DO 利用時  
図3 スループット(WIDE-MR)

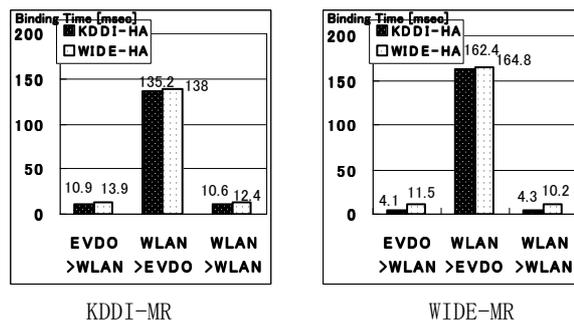


図4 Binding 登録時間

替えた場合、KDDI-MR と WIDE-MR では、Binding 登録時間に約 3~7msec の差を確認した。この差の原因も(1)と同様に KDDI-HA の方が WIDE-HA よりもネットワーク上の距離が近いためであると考えられる。一方 1xEV-DO も(1)と同様に測定結果に殆ど差はなく、相互接続による性能の影響は殆ど見られないことを確認した。

#### 4.1.2 HA への同時接続による測定結果

KDDI-MR, WIDE-MR の両 MR が KDDI-HA, WIDE-HA へそれぞれ同時に登録した場合における MNN 間でのスループットを測定した。測定後、4.1.1 で示した相互接続での測定結果と比較したところ、測定結果に殆ど差がないため、同時接続による HA の性能へ影響がないことを確認した。

#### 4.2 評価

上記の測定結果より、各 MR を同機関、他機関の HA へそれぞれ接続した場合のスループット、メディア切替による Binding 登録時間による差は殆ど見られなかった。また、両 MR を同時に一方の HA へ接続した場合においても同様の結果が得られた。したがって、他機関で運用する HA ならびに MR を性能劣化が生じることなく利用可能であることが確認できた。

#### 5. おわりに

本稿では、他機関で開発・実装した HA ならびに MR の相互接続実験を実施した。本実験により、同機関で接続した場合と相互接続した場合の差は、HA の設置位置の違いによるスループットや RTT の差のみであり、性能自体への影響はないことが確認できた。したがって、本稿で確認した二つの HA ならびに MR の実装において、相互接続を利用した MR のサービス範囲の拡大が可能となる。但し、HA の設置位置により Binding 登録時間が変化するため、今後は、MR と CN の間の RTT が最短である最適な HA へ登録可能な機構を考慮する必要がある。

最後に日頃ご指導頂く(株)KDDI 研究所浅見所長、長谷川執行委員、御協力を頂いた(株)京セラ、慶応義塾大学を始めとする WIDE Project の方々に深く感謝する。

#### 参考文献

- [1] 磯村学, 吉原貴仁, 堀内浩規. "ネットワーク単位の移動性を提供するモバイルルータのための経路制御方式の提案". 情報処理学会論文誌, Vol. 45, No. 02, Feb. 2004.
- [2] K.Mitsuya, K.Uehara, and J.Murai. "The In-vehicle Router System to Support Network Mobility". *ICOIN2003*, Vol. 2, Feb. 2003.
- [3] R.Wakikawa, T.Ernst, and K.Nagami. "Multiple Care-of Addresses Registration". *IETF Internet Draft, draft-wakikawa-mobileip-multiplecoa-03.txt*, Jun. 2004.
- [4] V.Devarapallfi, R.Wakikawa, A. Petrescu and P. Thubert. "Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol". *IETF Internet Draft, draft-ietf-nemo-basic-support-03.txt*, June. 2004.