

ネットワークモビリティをサポートする新世代ユビキタス ネットワーク監視フレームワークに関する研究開発 (071502003)

研究代表者

白鳥 則郎（東北大学）

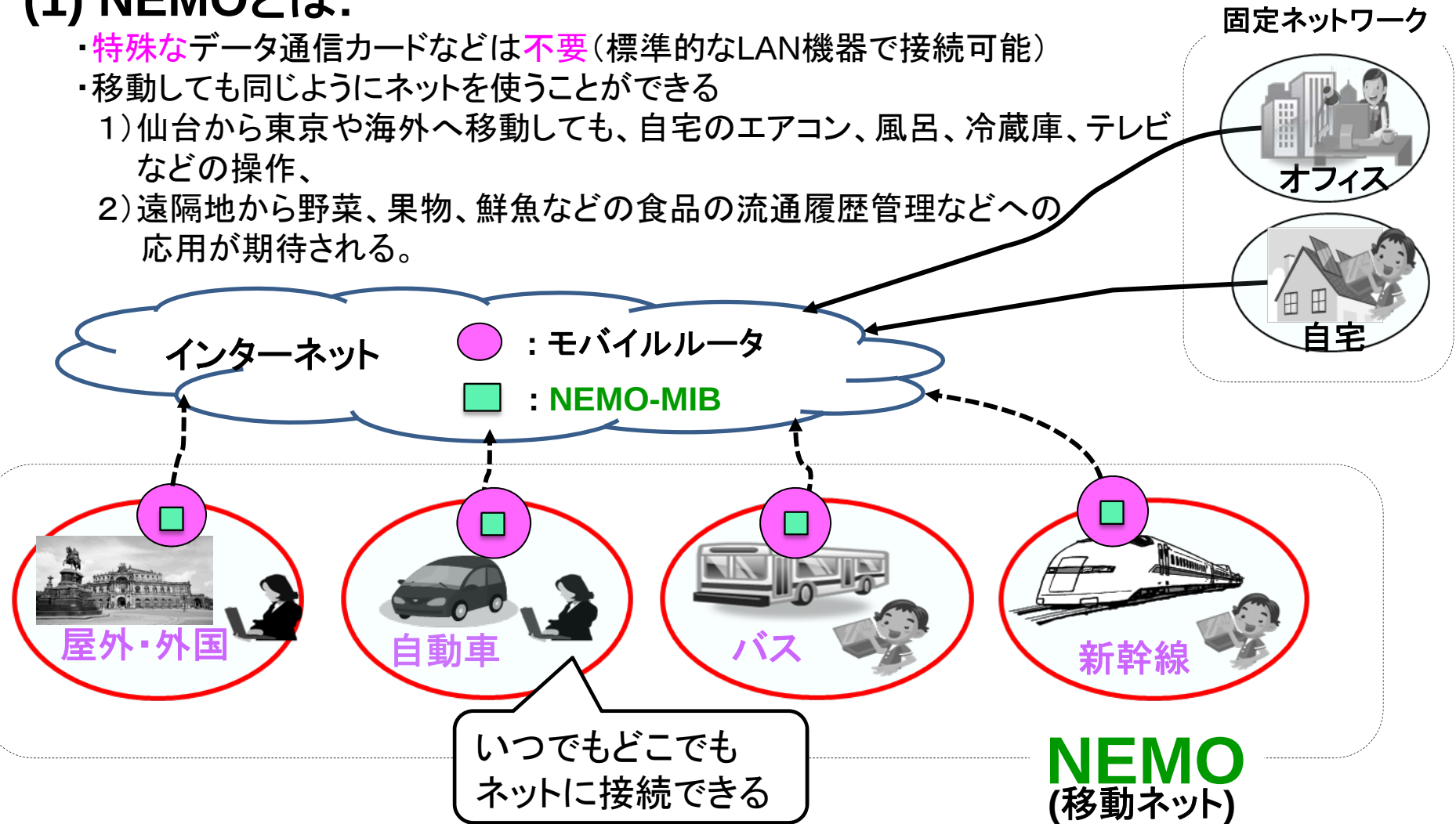
研究分担者

菅沼 拓夫⁺ 中村 直毅⁺ Keeni Glenn Mansfield⁺⁺ 齋藤 武夫⁺⁺
⁺東北大学 ⁺⁺(株)サイバー・ソリューションズ

1. 目的と成果の概要

(1) NEMOとは:

- ・特殊なデータ通信カードなどは**不要**(標準的なLAN機器で接続可能)
- ・移動しても同じようにネットを使うことができる
 - 1) 仙台から東京や海外へ移動しても、自宅のエアコン、風呂、冷蔵庫、テレビなどの操作、
 - 2) 遠隔地から野菜、果物、鮮魚などの食品の流通履歴管理などへの応用が期待される。



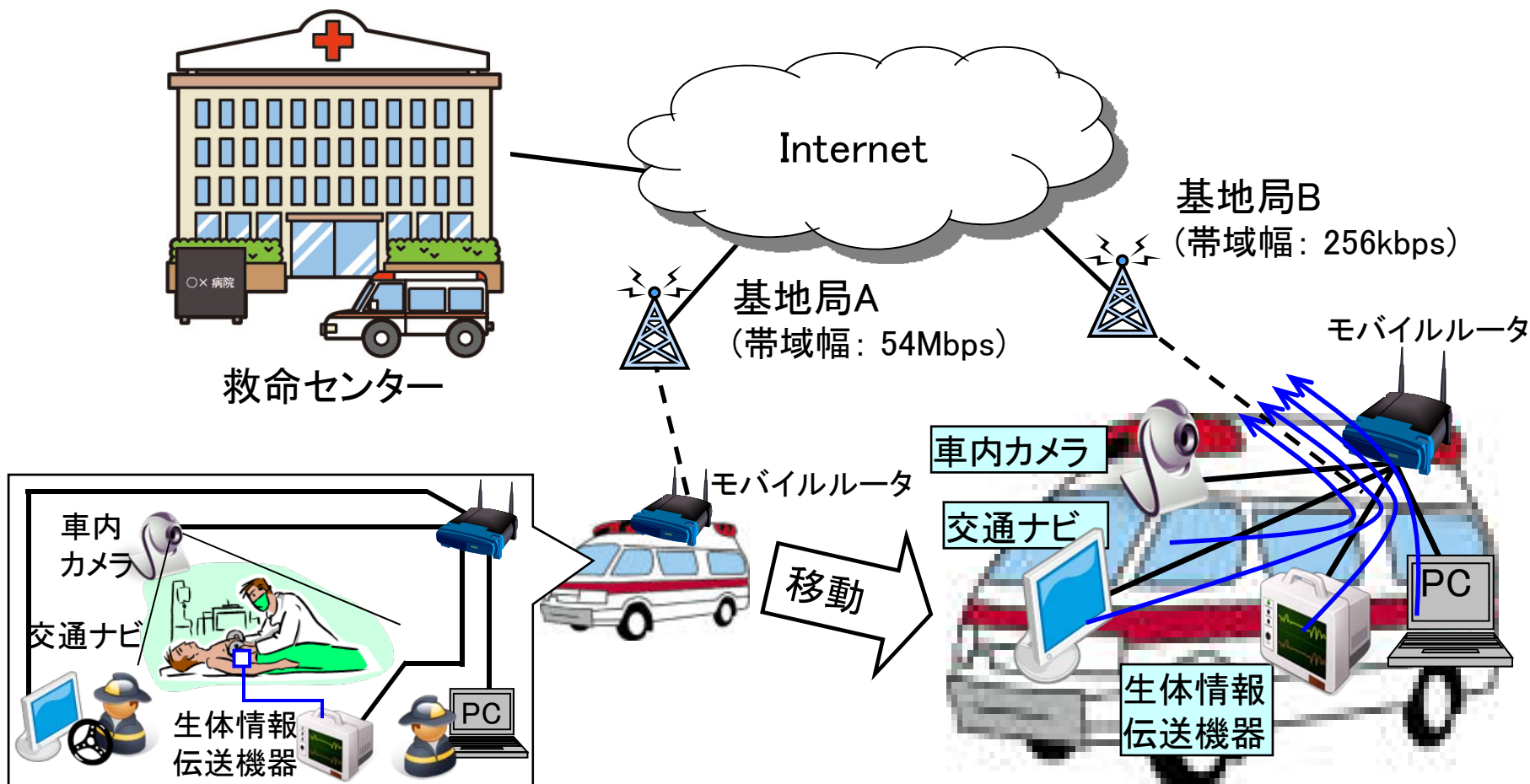
(2) NEMO-MIBの効果

- ・本技術により世界中のどのようなネットに接続していても、その状況を**瞬時に分析・診断が可能**
- ・移動ネットを**安定かつ効率的**に運用・保守することが可能

1. 目的と成果の概要

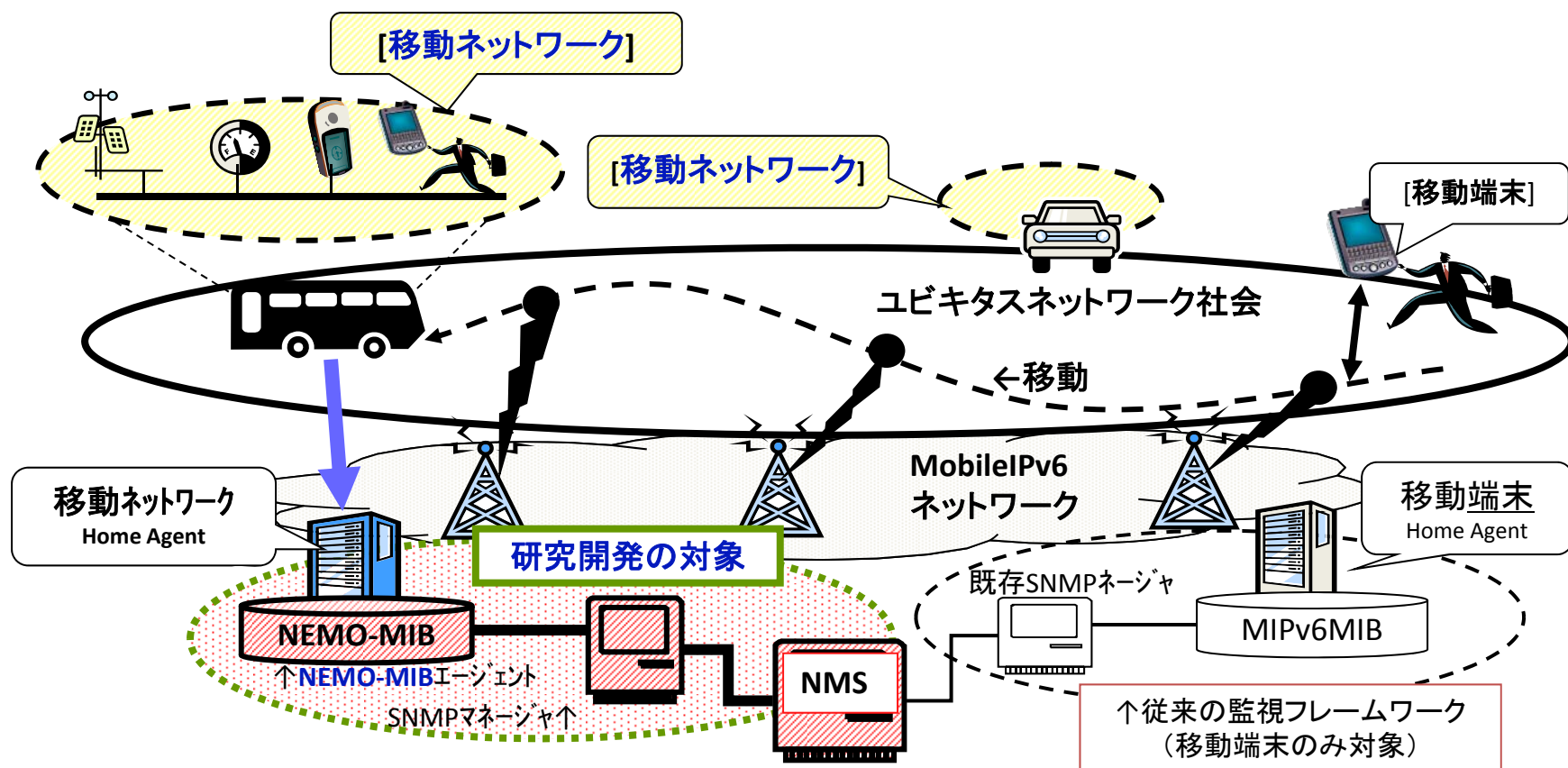
(3) NEMOの実用化の例:

さまざまなネットワーク機器を搭載した救急車が、**移動ネットワーク**を活用してシームレスな通信を実現



1. 目的と成果の概要

本研究開発では、次世代ユビキタスネットワークにおいて新しく登場する「**移動ネットワーク**」の監視・管理のための基盤技術「**NEMO-MIB** (Network Mobility Management Information Base)」を**国際標準化**し、世界に先駆けて**研究開発**する。



1. 目的と成果の概要

(1) 研究目的

ネットワーク自体が様々なネットワークを跨いで移動していく事をネットワークモビリティ(NEMO)と呼ぶ。本研究開発では、**NEMO-MIB** (NEMO-Management Information Base)の研究開発とこれに基づいたIETFへの国際標準化提案、およびネットワーク監視フレームワークの基盤技術の確立を目的とする。

(2) 研究成果

- ① **NEMO-MIB**(Management Information Base)の構成と、IETFにおける**国際標準化(RFC5488)の成功**（平成21年4月）
- ② ①に基づいた監視フレームワークの基盤技術の確立

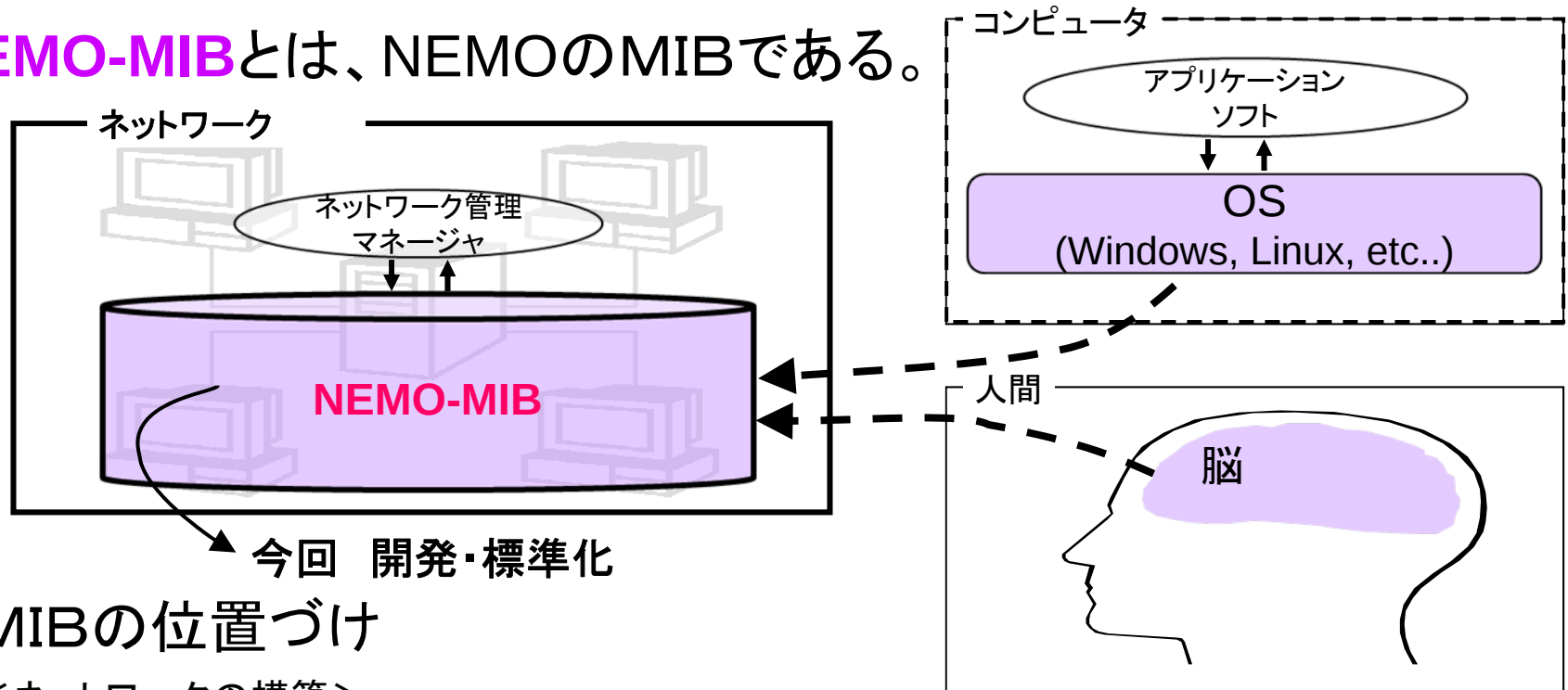
2. 研究成果

2.0 NEMO-MIBとは

- **MIB**とは、ネットワーク情報のデータベースである。

ネットワーク情報: ネットワークのトラフィック、構成、性能、負荷、障害などに関する情報

- **NEMO-MIB**とは、NEMOのMIBである。



- **MIBの位置づけ**

＜ネットワークの構築＞

(1) 有線・無線網(ハード、プロトコル)

(2) ネットワーク管理(システムソフト)

(3) サービス

① ハード＜移動端末、RFID、センサー、etc..＞

② ソフト＜アプリケーション(忘れ物検索、野菜の生産地、薬管理)＞



核(心臓部): **NEMO-MIB**

2. 研究成果

2.1 NEMOエンティティを監視するためのMIBの構成

下記(1)～(4)のサブテーマについて研究開発を推進した。

- (1) NEMOの監視に関する要求要件の検討
- (2) NEMO-MIB の設計と国際標準化提案
- (3) NEMO-MIBエージェント実装
- (4) 動作検証

(1) NEMOの監視に関する要求要件の検討

ユビキタスネットワークにおけるNEMOの監視に関する要求要件の検討の結果、**5**項目の計測が重要であることを明らかにした(**5グループモデル**)

States verification:

- (1) capabilities of NEMO entities

Registration verification:

- (2) binding related statistics (at HA, MR)
- (3) binding details (at HA)
- (4) history of binding updates (at HA, MR)

Usage report:

- (5) traffic due to NEMO

2. 研究成果

2.1 NEMOエンティティを監視するためのMIBの構成

(2) NEMO-MIB の設計と国際標準化の成功

① 管理オブジェクトの定義・構成

5グループモデルに基づき、NEMOの監視に関する管理オブジェクトを定義

② 世界に先駆けてIETFへのNEMO-MIBの標準化活動の推進

構成した管理オブジェクトに基づいてインターネットドラフトの作成

③ NEMO-MIBの**国際標準化成功** (平成21年4月14日)

RFC 5488「Network Mobility (NEMO) Management Information Base」として発行

(3) NEMO-MIBエージェント実装

① NEMO-MIBを実装

Net-SNMP(インターネット上でもっとも広く用いられているSNMPエージェントパッケージ) のオープンソースコードを用いて構成

② NEMO-MIBエージェントおよびマネージャを実装

NEMO関連の情報を取得および収集する仕組みを実装

2. 研究成果

2.1 NEMOエンティティを監視するためのMIBの構成

(4)- 1 : 小・中規模実験用ネットワーク構築とNEMO-MIBの動作検証

2008年9月東北大学で開催された電子情報通信学会主催MoMuc研究会において、実装したNEMO-MIBのデモンストレーションを行い、大きな注目を集めた。



図1: MoMuc研究会でのデモの様子(2008年9月)

2. 研究成果

2.1 NEMOエンティティを監視するためのMIBの構成

(4) - 2： 小・中規模実験用ネットワーク構築とNEMO-MIBの動作検証

【目的】以下の実験環境を構築し、モバイルルータが部屋1、部屋2、部屋3に移動し、NEMOに関する情報が正しく取得できることを確認

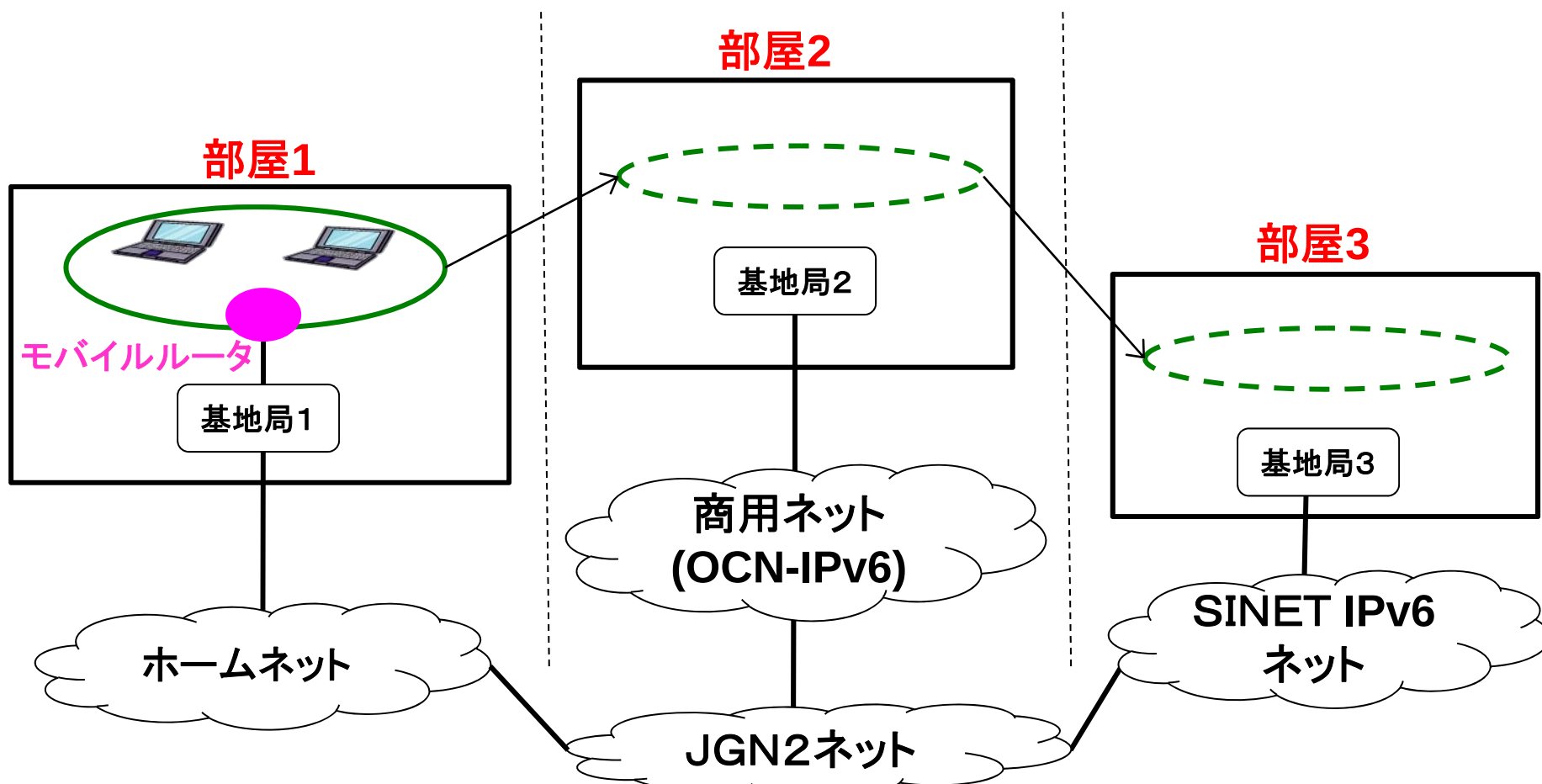


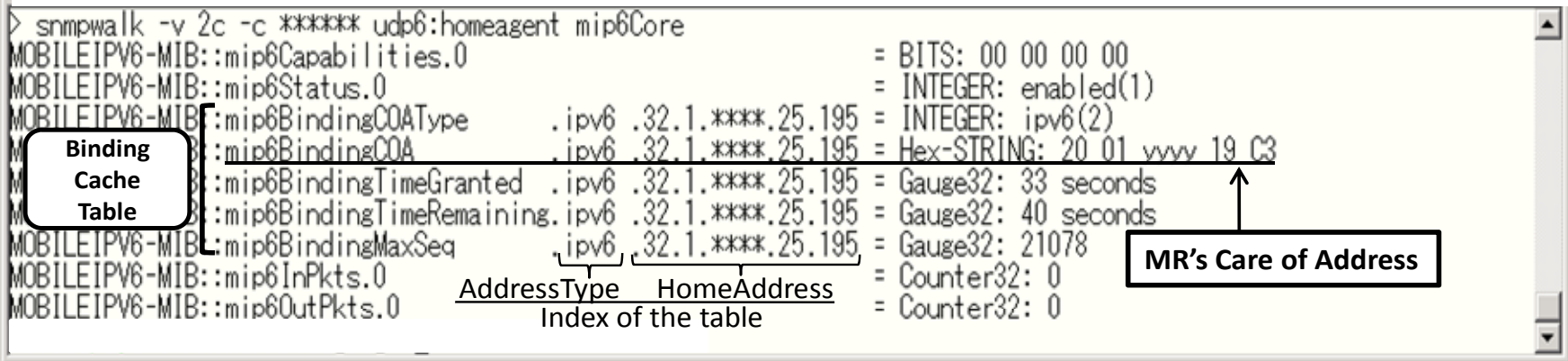
図2: 実験環境: 東北大学電気通信研究所2号館3階

2. 研究成果

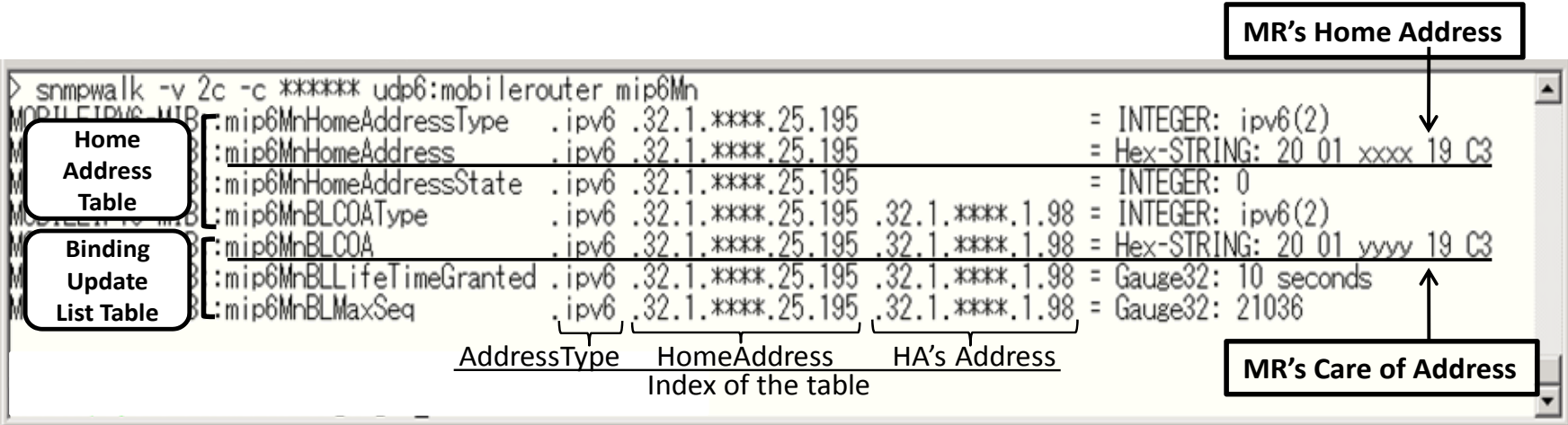
2.1 NEMOエンティティを監視するためのMIBの構成

(4)- 3 : 小・中規模実験用ネットワーク構築とNEMO-MIBの動作検証

【結果】 構築した実験環境で、モバイルルータがどの部屋へ移動しても、
NEMOに関する情報を取得できることを確認



(a) snmpwalk to the HA : Binding Cache Information



(b) snmpwalk to the MR : Binding Update List Information

図3: NEMOに関する情報の取得

2. 研究成果

2.2 NEMO-MIBに基づいた新世代モバイルネットワーク監視フレームワークの基盤技術

2.1の成果に基づき、移動ネットワークの監視フレームワークの次の基盤技術(1)(2)(3)を開発

(1) NEMO-MIBを用いた移動ネットワーク追跡システム

移動ネットワーク追跡システムをWebアプリケーションとして開発
(平成21年9月 第8回情報科学技術フォーラムFIT2009へ出展)

(2) 移動ネットワークのネットワーク可視化システム

NEMO-MIBの情報を取得し、移動ネットワークのネットワーク構成図を生成するネットワーク可視化システムを開発
(平成22年1月 第52回MBL研究会で発表)

(3) 移動ネットワーク向けSNMPトラフィック圧縮手法の開発

ネットワーク構成情報やセンサー情報などをリアルタイムに収集する際に監視トラフィックが他の通信に悪影響を与えないSNMP通信を圧縮手法を開発
(平成22年1月 第52回MBL研究会で発表)

2. 研究成果

2.3 応用実験

(1) 移動ネットワーク追跡アプリケーションのデモ

国際標準化に成功したNEMO-MIBを用いて移動ネットワークを追跡するアプリケーションを実装し、第8回情報科学技術フォーラムでデモンストレーションを行った(2009年9月)



図4: 第8回情報科学技術フォーラムFIT2009のデモ(2009年9月)

2. 研究成果

2.3 応用実験

(1) 移動ネットワーク追跡アプリケーションのデモ

バスの移動ネットワークが移動すると、ネットワーク地図上の移動ネットワークの位置が変化

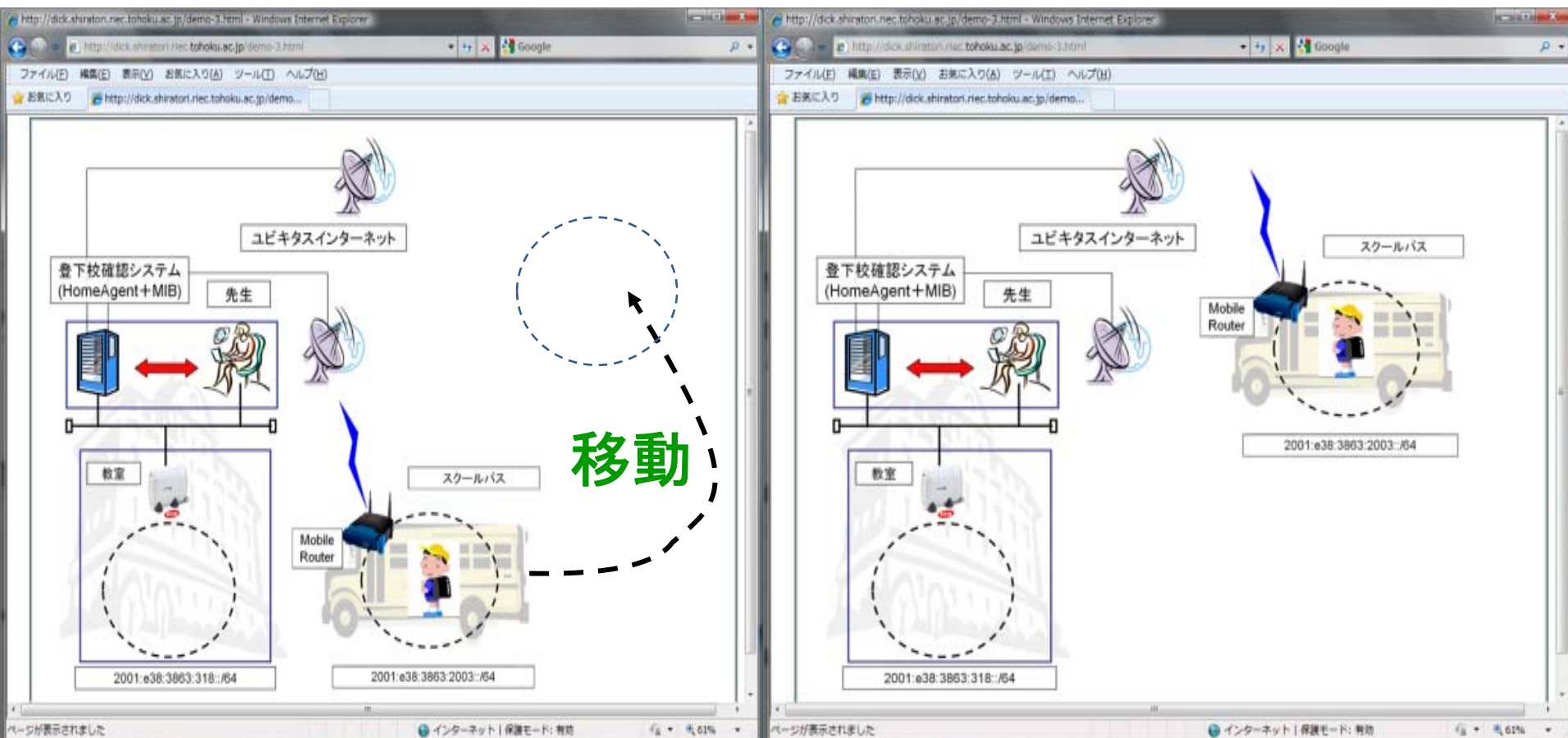


図5: 移動ネットワーク追跡アプリケーションのスクリーンショットの一例

2. 研究成果

2.3 応用実験

(2) -1 移動ネットワークのネットワーク可視化システム

国際標準化に成功したNEMO-MIBを用いて
ネットワーク構成図(物理構成、論理構成など)を生成するシステムを開発

【目的】

開発した可視化システムを用いてネットワーク構成図を正確に生成できるか検証

【実験内容】

白鳥研内のIPv6ネットワーク上に

HomeAgent 1台, MobileRouter 2台, MobileNode 1台

を設置したNEMO環境を構築し、生成したネットワーク構成図を確認

2. 研究成果
2.3 応用実験

(2) -2 移動ネットワークのネットワーク可視化システム

【結果1】

移動ネットワークの物理ネットワーク構成図を正しく生成

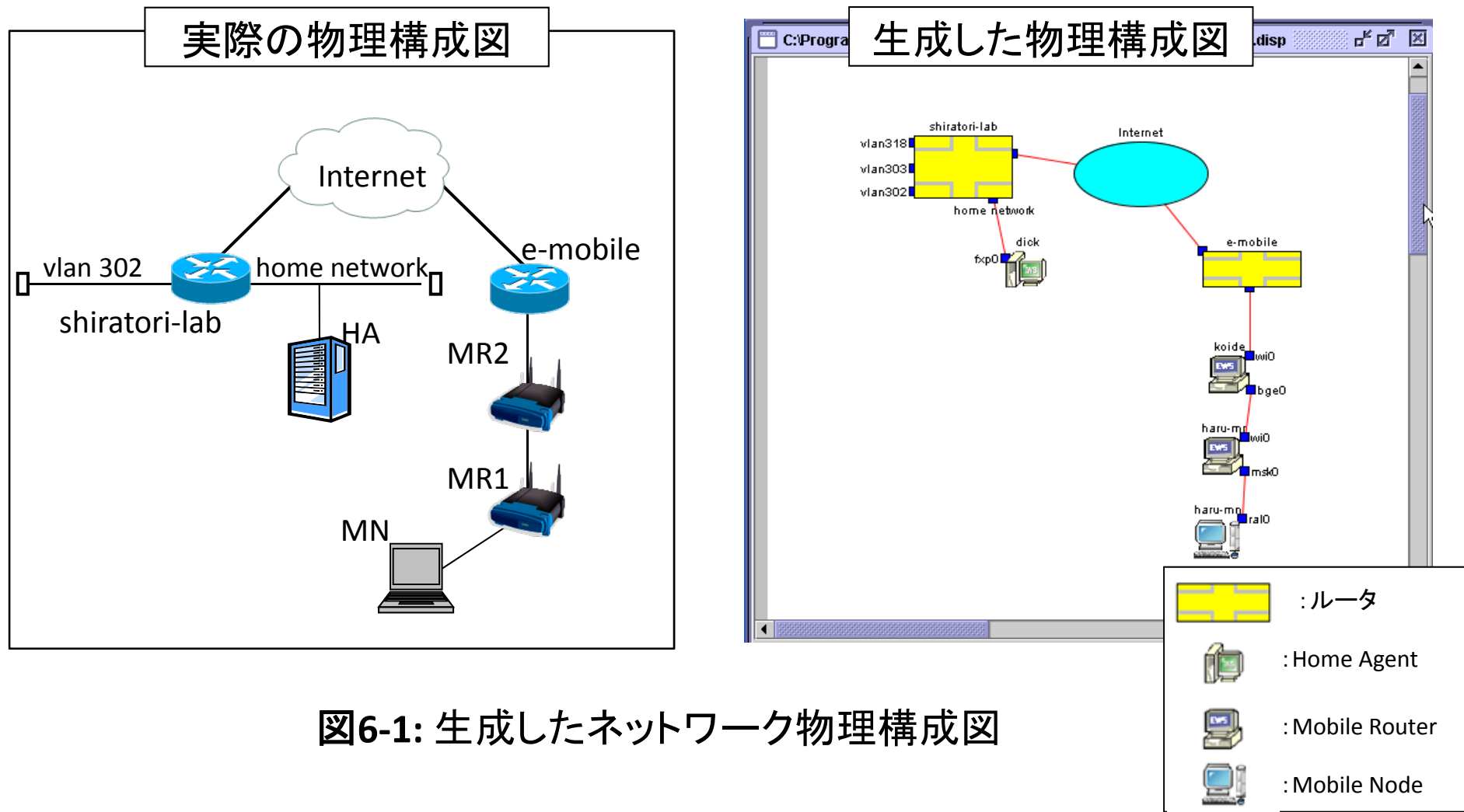


図6-1: 生成したネットワーク物理構成図

2. 研究成果
2.3 応用実験

(2) -3 移動ネットワークのネットワーク可視化システム

【結果2】

移動ネットワークの論理ネットワーク構成図を正しく生成

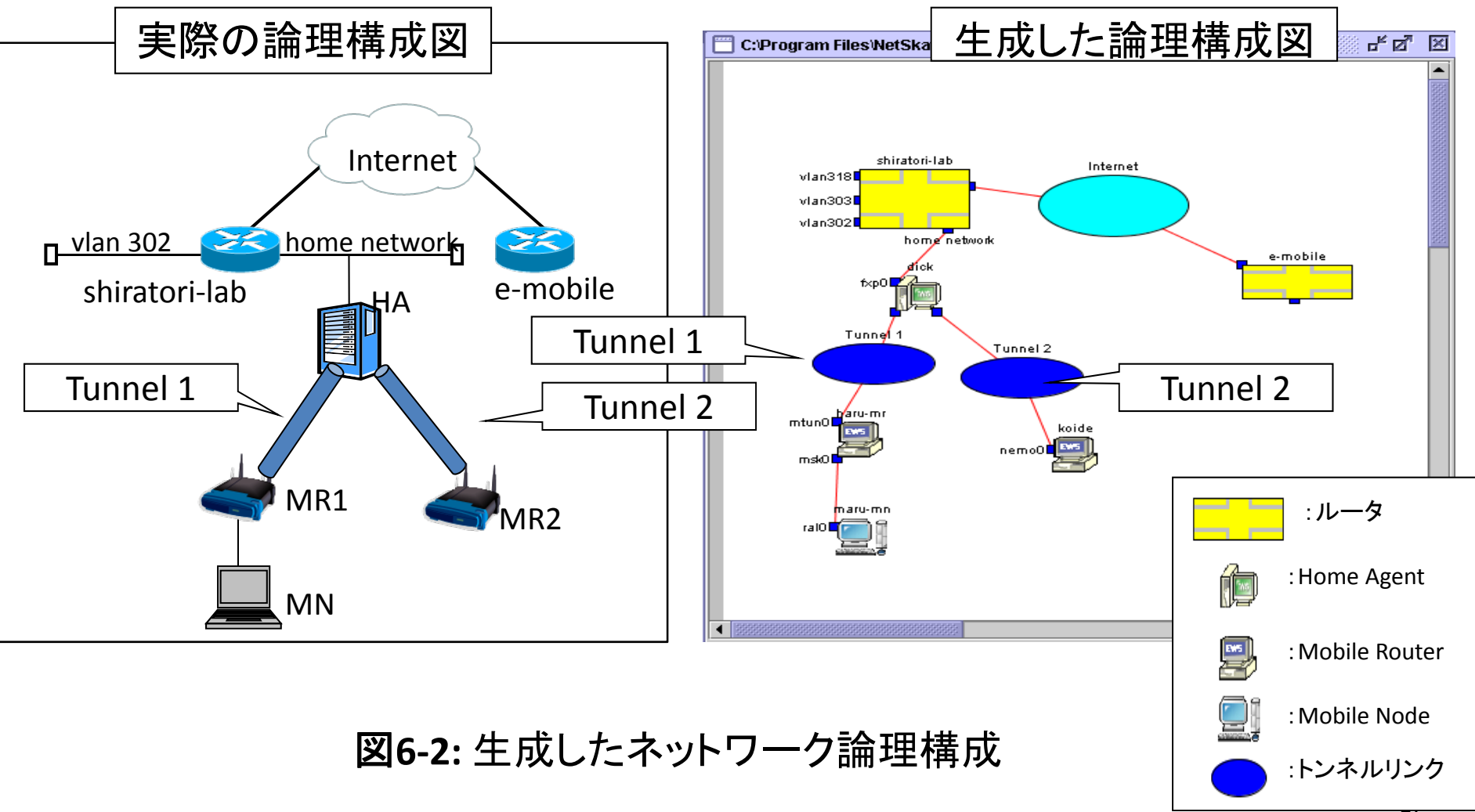


図6-2: 生成したネットワーク論理構成

3. むすび

■ NEMO-MIBの開発と国際標準化に成功

- NEMOを基盤とした新世代ユビキタスネットワークの監視フレームワークの実用化へ向けた大きな成果

■ 監視フレームワークの基盤技術の確立

- NEMO型ネットワークの監視を世界で初めて可能にした
- 新世代ユビキタスネットワークの状況把握が可能になる

■ 成果の波及効果

- ネットワークサービスの利便性が格段に向上する
- 高度なアプリケーションの展開・運用が期待される

4. 成果リスト

1) 成功した国際標準規格:

- [1] Internet Engineering Task Force(IETF)、RFC 5488、Network Mobility (NEMO) Management Information Base、2009年4月13日

2) IETFへの国際標準提案リスト

- [1] IETF, draft-ietf-nemo-mib-03.txt, NEMO Management Information Base, 2007年7月9日修正提案・採択
- [2] IETF, draft-ietf-mext-nemo-mib-00.txt, NEMO Management Information Base, 2008年2月15日修正提案・採択
- [3] IETF, draft-ietf-mext-nemo-mib-01.txt, NEMO Management Information Base, 2008年5月5日修正提案・採択
- [4] IETF, draft-ietf-mext-nemo-mib-02.txt, NEMO Management Information Base, 2008年11月21日修正提案・採択
- [5] IETF, draft-ietf-mext-nemo-mib-0z3.txt, NEMO Management Information Base, 2008年11月23日修正提案・採択
- [6] IETF, draft-ietf-mext-nemo-mib-04.txt, NEMO Management Information Base, 2009年1月12日修正提案・採択
- [7] IETF, draft-ietf-mext-nemo-mib-05.txt, NEMO Management Information Base, 2009年1月24日修正提案・採択
- [8] IETF, draft-ietf-mext-nemo-mib-06.txt, NEMO Management Information Base, 2009年1月31日修正提案・採択
- [9] IETF, draft-ietf-netlmm-pmipv6-mib-00.txt, Proxy Mobile IPv6 Management Information Base, 2009年7月30日提案・採択
- [10] IETF, draft-ietf-netlmm-pmipv6-mib-01.txt, Proxy Mobile IPv6 Management Information Base, 2009年9月15日修正提案・採択
- [11] IETF, draft-ietf-netlmm-pmipv6-mib-02.txt, Proxy Mobile IPv6 Management Information Base, 2010年1月22日修正提案・採択

4. 成果リスト

3) SCOPEの委託研究に基づく査読付き誌上リスト

A. 学術論文誌

- [1] Toshiaki Osada, Gen Kitagata, Debasish Chakraborty, Takuo Suganuma and Norio Shiratori, “A New QoS Routing Scheme Based on Bandwidth Consumption for MANETs”, Journal of Information Processing, Vol. 17, pp.14-25, (2009年1月)
- [2] Mostafa Mjidi, Debasish Chakraborty, Naoki Nakamura and Norio Shiratori, “The Impact of Dynamic RTS Threshold Adjustment for IEEE 802.11 MAC Protocol”, Mobile Information Systems (MIS), Vol. 5, Issue 1, pp. 5-20, 2009 (Online: 2009年4月22日)
- [3] Goutam Chakraborty, Sagar Naik, Debasish Chakraborty, Norio Shiratori and David Wei, “Analysis of the Bluetooth Device Discovery Protocol”, Wireless Networks, Vol. 16, No. 2, pp.421-436, 2010 (2010年2月)
- [4] Naoki Nakamura, Kazuhide Koide, Takafumi Maruyama, Debasish Chakraborty, Glenn Mansfield Keeni, Takuo Suganuma and Norio Shiratori, “An Effective Network Mobility Monitoring Technique with Standardized Protocols”, International Journal of Informatic Society, Vol. 2, No.1, pp.32-41, 2010

B. 国際会議論文

- [5] M. Mjidi, D. Chakraborty, N. Nakamura, K. Koide, A. Takeda and N. Shiratori, “A New Dynamic Scheme for Efficient RTS Threshold Handling in Wireless Networks” , AINA2008) (Okinawa) (2008年3月25－28日)
- [6] Naoki Nakamura, Gen Kitagata, Debasish Chakraborty, David Wei, Shuhei Watanabe and Norio Shiratori, “An Effective Pacing Scheme for MANET with Frame Aggregation and Extra Backoff,” Proc. of International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU2008), (Tokyo)(2008年6月11－13日,)
- [7] Kazuhide Koide, Glenn Mansfield Keeni and Norio Shiratori, “Challenges in Managing MobileIP Networks,” Proceedings of International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC2008) (Shimonoseki) (2008年7月6－9日)
- [8] Sega Diallo, Kshirasagar Naik, Debasish Chakraborty, Gen Kitagata and Norio Shiratori, “A Reliable Feedback Guarantee Broadcast Protocol for Ad Hoc Wireless Networks,” Proceedings of IEEE VTS Asia Pacific Wireless Communications Symposium (APWCS 2008) (Sendai) (2008年8月21－22日)
- [9] Naoki Nakamura, Gen Kitagata, Debasish Chakraborty, David Wei, Shuhei Watanabe and Norio Shiratori, “Mitigating Interference Problem with Frame Aggregation in Wireless Ad Hoc Network,” Proceedings of IEEE VTS Asia Pacific Wireless Communications Symposium (APWCS 2008) (Sendai) (2008年8月21－22日)
- [10] Kazuhide Koide, Takafumi Maruyama, Glenn Mansfield Keeni and Norio Shiratori, “Management for Mobility-Aware Networks Based on Standardized Protocols”, Proceedings of IEEE International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems (CISIS2009), (Fukuoka) (2009年3月16－19日)
- [11] Naoki Nakamura, Kazuhide Koide, Takafumi Maruyama, Debasish Chakraborty, Glenn Mansfield Keeni, Takuo Suganuma and Norio Shiratori, “Network Mobility Management based on NEMO/MobileIPv6-MIB”, Proceedings of International Workshop on Informatics 2009 (IWIN 2009) (Hawaii) (2009年9月14日)

4. 成果リスト

4)SCOPEの委託研究に基づくその他の誌上発表リスト

- [1] 中村直毅、菅沼拓夫、グレン マンスフィールド キニ、白鳥則郎、“移動ネットワーク監視・管理のための基盤技術 (NEMO-MIB) の開発”、オーム社技術総合雑誌OHM、Vol.97、No.3 pp.6-7 (2010年3月12日)

5)SCOPEの委託研究に基づく発表リスト

- [1] 白鳥則郎、キニ グレン マンスフィールド、小出和秀、長尾真宏、“ネットワークモビリティをサポートする新世代ユビキタスネットワーク監視フレームワーク総務省SCOPEプロジェクト”、情報処理学会DPS研究会(盛岡)(2007年6月8日)
- [2] 福田啓一、小出和秀、グエン タン チュン、キニ グレン マンスフィールド、白鳥則郎、“MobileIPv6ネットワーク管理における移動端末情報の監視手法”、電子情報通信学会IN研究会(仙台)(2007年9月20日)
- [3] 【ポスター発表】小出和秀、長尾真宏、“ネットワークモビリティの管理・監視フレームワーク”、2007年秋WIDE合宿(長野)(2007年9月11-14日) [4] 福田啓一、小出和秀、キニグレンマンスフィールド、白鳥則郎、“ネットワークモビリティをサポートするネットワーク監視技術の開発”、平成19年度情報処理学会東北支部研究会(仙台)(2008年2月15日)
- [5] 【ポスター発表】小出和秀、長尾真宏、佐藤 彰洋、福田啓一、キニ グレン マンスフィールド、“IPネットワーク管理の新しいフレームワーク”、2008年春WIDE合宿(浜松)(2008年3月3-6日)
- [6] Kazuhide Koide, Glenn Mansfield Keeni and Norio Shiratori,、“Development of Management Framework for Network Mobility”、電子情報通信学会総合大会(北九州)(2008年3月20日)
- [7] 小出和秀、キニ グレン マンスフィールド、白鳥則郎、“モバイルIP環境におけるIPネットワーク管理の問題点”、Informatics Society研究会(静岡)(2008年5月29日)。
- [8] Kazuhide Koide, Glenn Mansfield Keeni and Norio Shiratori, "Framework and Architecture for Management of mobile IP networks、情報処理学会DPS研究会(会津)(2008年6月20日)
- [9] 福田啓一、長尾真宏、小出和秀、白鳥則郎、“ネットワークモビリティ環境におけるモバイルデバイス監視技術の開発”、電子情報通信学会MoMuC研究会(仙台)(2008年9月25-26日)
- [10] 福田 啓一、長尾 真宏、中村 直毅、小出 和秀、白鳥 則郎、“移動型ネットワークにおける障害管理方式の検討”、平成20年度情報処理学会東北支部研究会(仙台)(2008年2月13日)

4. 成果リスト

5) SCOPEの委託研究に基づく発表リスト(つづき)

- [11] 【デモ】”東北大学 白鳥研究室 総務省SCOPEプロジェクト、ネットワークモビリティをサポートする新世代ユビキタスネットワーク監視フレームワークに関する研究開発”、第8 回情報科学技術フォーラムFIT 2009 (仙台) (2009年9月2日-4日)
- [12] 丸山貴史、中村直毅、菅沼拓夫、白鳥則郎、”ネットワークモビリティ環境におけるトラフィック流量制御方式の検討”、第8 回情報科学技術フォーラム FIT 2009 (仙台) (2009年9月2日)
- [13] 阿部春彦、中村直毅、菅沼拓夫、Mansfield Keeni Glenn、白鳥則郎、”ネットワークモビリティ環境におけるネットワーク可視化システムの提案”、第8 回情報科学技術フォーラム FIT 2009 (仙台) (2009年9月2日)
- [14] 阿部春彦、中村直毅、菅沼拓夫、Mansfield Keeni Glenn、白鳥則郎、”モバイルネットワーク環境におけるネットワーク構成情報の可視化手法の提案”、電子情報通信学会IN 研究会 (仙台) (2009年9月10日)
- [15] 丸山貴史、中村直毅、菅沼拓夫、白鳥則郎、”ネットワークモビリティ環境における監視トラフィックの流量制御方式”、電子情報通信学会 IN 研究会 (仙台) (2009年9月11日)
- [16] 丸山貴史、中村直毅、北形元、菅沼拓夫、白鳥則郎、”モバイルネットワークにおける監視トラフィックの流量制御方式”、電子情報通信学会 MoMuC研究会 (沖縄) (2009年9月25日)
- [17] Naoki Nakamura, Kazuhide Koide, Takafumi Maruyama, Debasish Chakraborty, Glenn Mansfield Keeni, Takuo Suganuma and Norio Shiratori, “Management Frameworks for mobility support networks”、情報処理学会 第17 回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ (北海道) (2009年10月8日)
- [18] 阿部春彦、中村直毅、Mansfield Keeni Glenn、菅沼拓夫、白鳥則郎、”MobileIPv6 MIBおよびNEMO MIBを用いたネットワーク構成情報の可視化手法”、情報処理学会MBL研究会 (東京) (2010年1月28日)
- [19] 丸山貴史、中村直毅、キニグレンマンスフィールド、菅沼拓夫、白鳥則郎、”移動ネットワークにおける効率的な管理情報の収集制御方式”、情報処理学会 MBL研究会 (東京) (2010年1月29日)
- [20] 中村直毅、丸山貴史、キニグレンマンスフィールド、菅沼拓夫、白鳥則郎、”移動ネットワーク環境におけるSNMPを用いた情報収集手法”、DICOMO 2010(岐阜: 投稿中: 2010年7月7日-9日)

4. 成果リスト

6) SCOPEの委託研究に関連する発表リスト

- [1] 丸山貴史、小出和秀、白鳥則郎、“ネットワークモビリティ環境における管理情報の効率的な収集手法”，電子情報通信学会 MoMuC研究会（仙台）（2008年9月25-26日）
- [2] 福田啓一、長尾真宏、中村直毅、小出和秀、白鳥則郎、“ネットワークモビリティ環境における障害管理手法、”日本学術振興会インターネット技術第163委員会情報流通基盤分科会(ITRC/INI) 情報流通基盤分科会ワークショップ（仙台）（2008年2月25日）
- [3] 丸山貴史、中村直毅、小出和秀、白鳥則郎、“ネットワークモビリティ環境における管理情報の流量制御方式”，日本学術振興会インターネット技術第163委員会情報流通基盤分科会(ITRC/INI) 情報流通基盤分科会ワークショップ（仙台）（2008年2月25日）
- [4] 丸山貴史、中村直毅、菅沼拓夫、白鳥則郎、“ネットワークモビリティ環境におけるバッファリングを用いた管理情報の収集手法”，先端的ネットワーク&コンピューティングテクノロジーワークショップ（仙台）（2009年10月16日）
- [5] 阿部春彦、中村直毅、菅沼拓夫、Mansfield Keeni Glenn、白鳥則郎、“移動ネットワーク環境におけるトンネル構成情報の取得手法”，先端的ネットワーク&コンピューティングテクノロジーワークショップ（仙台）（2009年10月16日）
- [6] 阿部春彦、中村直毅、Mansfield Keeni Glenn、菅沼拓夫、白鳥則郎、“MobileIPv6およびNEMOにおけるネットワーク地図生成手法”，先端的ネットワーク&コンピューティングテクノロジーワークショップ（仙台）（2010年3月8日）
- [7] 小野寺健、中村直毅、菅沼拓夫、白鳥則郎、“グリーン指向情報処理基盤技術の確立に向けて-次世代ネットワーク管理フレームワーク-”，情報処理学会 創立50周年記念大会（第72回）全国大会（東京）（2010年3月11日）

7) 受賞リスト

- [1] 白鳥 則郎、平成21年度科学技術分野の**文部科学大臣表彰 科学技術賞**（研究部門）、2009年4月14日
- [2] 阿部春彦、中村直毅、Mansfield Keeni Glenn、菅沼拓夫、白鳥則郎、**優秀発表賞**、“MobileIPv6 MIBおよびNEMO MIBを用いたネットワーク構成情報の可視化手法”、2010年1月28日

8) 報道発表リスト

- [1] “「移動ネットワーク」の監視・管理のための基盤技術 NEMO-MIB の世界初の開発と国際標準化に成功”、2009年6月24日、河北新報