

## I. 研究プロジェクト名

次世代アドホックネットワーク基盤技術研究開発プロジェクト

## II. 研究プロジェクト構成員職・氏名

間瀬 憲一 大学院自然研・教授

仙石 正和 工学部・教授

牧野 秀夫 工学部・教授

中野 敬介 工学部・准教授

岡田 啓 超域研究機構・准教授

今井 博英 評価センター・准教授

柄沢 直之 工学部・助教

大和田 泰伯 災害復興科学センター・助教

Speakman Lee 情報理工学専攻博士課程3年

若宮 直紀 阪大大学院情報科学研究科・准教授

松井 進 (株)日立製作所システム開発研究所・主幹研究員

## III. 研究成果の概要

アドホックネットワークは端末（ノード）間で無線マルチホップによりノード間での通信を可能にする仕組みであり、メッシュネットワークのバックボーン、ユビキタスネットワークの実現にも不可欠の技術である。本プロジェクトでは基盤技術の確立と国際標準化への貢献をめざした。

小型制御装置、Linux、無線 LAN カード、外部アンテナを用いて 55 ノードの屋外アドホックネットワーク(MANET)テストベッドを新潟大学構内に構築した（図1）。2006年10月3～5日にはIETFの標準化活動と連動する第3回OLSRインタロップを新潟大学で開催した。フランス、米国、ノルウェー、カナダ、日本の6カ国から約20名の研究者が集まり、MANETルーティングプロトコルOLSR、OLSRv2の相互接続性確認を大きく進展させた（図2）。

IETFのOLSRv2設計チームの一員として、仕様開発に協力すると共にOLSRv2の3つの実装を独立に開発した。そのひとつは米SNT社の商用シミュレータQualNetにも搭載された。

アドホックネットワークではノードが自律的に経路を計算するため、ノード間の経路計算の不整合によりループが発生することがある。そこで、ループパケット検出・破棄機能を導入し、ネットワーク性能を向上できることをシミュレーションにより確認した。また、このループパケット検出機能をインターネットドラフトにまとめ、インターネットの標準化フォーラムIETFのMANETWGに提出した。

受信ノードの干渉（隠れ端末の影響）と送信ノードの干渉（媒体の競合の影響）を考慮した新たなリンクメトリックを提案し、メッシュネットワークの性能向上が可能であることを示した。

高速・安定リンクを有効に経路として利用するために、リンクの最適レートを求め、不必要な低速・不安定リンクを論理的に削除するロジカルトポロジーコントロールの手法を提案し、計算機シミュレーションによりネットワークスループットの向上を確認した。

アドホックネットワークのルーティングプロトコルOLSRv2に、リンクメトリックETTを導入し、性能(スループット、配信率)の向上を確認した。

IEEE 802.11s におけるメッシュネットワーク標準化において、RA-OLSR (Radio Aware- OLSR)の性能向上、特に、各メッシュポイントへのモバイル端末所属情報を通信の必要が生じた時点で収集する方法を提案し、2007年5月のIEEE802の会合で提案活動を行った。また、7月の会合でその修正提案を行った。

MANET において、各ノードが簡易なルールを用いて重複アドレスを検出する仕組みを考案し、OLSR、OLSRv2 に実装し、シミュレーションとテストベッドで動作検証を行った。また、その結果をIETFのAUTOCONF WGにインターネットドラフトとして提案した。その後、Panasonic R&D Center (独) の研究者による提案とマージし、共同でインターネットドラフトのバージョンアップを行った。

INRIA、Telecom Italia、Samsung の研究者と共同で用語や問題設定に関するインターネットドラフトを作成し、AUTOCONF WG に提案した。本研究開発で提案したプリサービス、インサービスの概念を盛り込んだ。

インターネットにつながる複数ゲートウェイをもつ MANET において共通プレフィックス配布のメカニズムを持たせることより、MANET ノードの気付アドレス変更が不要なインターネットアクセス方式を提案し、インターネットドラフトを作成し、IETF に提案した。また、ゲートウェイが自身の IP アドレスを MANET 内に広告することにより、各 MANET ノードからインターネットへの接続を可能とする技術を開発した。OLSR に本手法を実装し、Linux ノードを用いて実環境での実証実験を行い正常動作を確認した。

大規模災害時の利用を目的として、気球に搭載した通信基地局間を MANET で結ぶスカイメッシュという構想を提案し、小型制御装置を用いた基地局装置を開発した。2005年11月新潟大学キャンパスにおいて4機の気球を用いて通信実験、基地局カメラからの映像配信実験に成功した(図3)。2006年10月27~29日に新潟県で行われた地域 ICT 未来フェスタと連動して、長岡市旧山古志村を舞台に実証実験を行った。これにより実用化のための課題を抽出すると共に、デモンストレーションなどにより社会への広報活動を行い、本システムへの関心を喚起した。スカイメッシュの運用面や利便性の向上を目的とし、システム全体の小型軽量化に取り組んだ。旧システムに比べ新システムの重量と消費電力を約半減し、気球自体の大きさ、システム構築時間も半分にすることが出来た。9月14、15日には大学の地域貢献事業の一環として「内野祭り」へ参加した。実際にシステムを設置し、インターネット接続や上空映像配信等のデモンストレーションを公開することにより、地域の人々にスカイメッシュの有用性・実用化への可能性を示した。

本研究開発を通じて、アドホックネットワーク基盤技術の開発と実証を行い、IETF と IEEE802 の関連標準化活動へ具体的な貢献を行うと共に、今後の布石を打てた。

#### 【国際標準提案リスト】

- [1] IETF、draft-mase-autoconf-framework - 00、01、02、A Common Framework for Autoconfiguration of Stand-Alone Ad Hoc Networks、2005.10.31、2006.2.7、2006.6.8
- [2] IETF、draft-baccelli-autoconf-statement-00、01、02、Address Autoconfiguration for MANET: Terminology and Problem Statement、2006.7.24、2006.10、2007.3.5
- [3] IEEE、802.11-06/1842r4、802.11-07/0176r0、Scalable Station、Association Information Handling、2007.1.17、2007.1.18

#### 【誌上发表リスト】

[1] S. Obana, B. Komiyama and K. Mase, "Test-Bed Based Research on Ad Hoc Networks in Japan", IEICE Trans. Commun., Vol. E88-B, No. 9, pp.3508-3514 (2005年9月)

[2] 高橋義彦、大和田泰伯、須田利章、間瀬憲一、“大規模無線 MANET テストベッドの開発”、電子情報通信学会論文誌、Vol.J89-B, No.6, pp.836-848 (2006年6月)

[3] 大和田泰伯、照井宏康、間瀬憲一、今井博英、“マルチホップ無線 LAN の提案と実装”、電子情報通信学会論文誌、vol.J89-B, no.11, pp.2092-2102 (2006年11月)

#### 【受賞リスト】

[1] 間瀬憲一、IEEE Fellow、“for contributions to communications network traffic control”、2005.1.1

#### 【報道発表リスト】

[1] “アドホック通信 大規模野外実験に成功”、日経産業新聞、2005.3.17.

[2] “災害通信に気球を活用”、朝日新聞、2005年11月18日

[3] “いざに備え連携強く 山間地無線でつなぐ—新潟大「山古志ねっとプロジェクト」—災害時に強く構築費は安価”、新潟日報、2006年10月26日

[4] "空白域解消へ無線を 次世代通信研が知事提言"、新潟日報、2008年4月26日



図1 テストベッドのノード配置



図2 OLSR インタロップ



気球に吊り下げたスカイメッシュのノード装置

図3 気球基地局