

# 無線LANを利用した都市コミュニティのための インターネット基盤実験の報告

山崎重一郎\*、井上崇\*\*、川根祐二\*、荒木啓二郎\*\*\*

\*(財)九州システム情報技術研究所(ISIT), \*\*東和大学, \*\*\*九州大学

## 概要

福岡市のシーサイドももち地区に、無線LANを使用した都市型の地域ネットワークを構築した。このネットワークは、都市インフラの一つとしてのインターネット利用方法を提案することを目的としている。我々は、モニタ家庭の住宅と図書館、博物館などの公共施設などの24時間常時接続環境を実現し、サービスを提供するとともにその利用実態を調査している。本稿では、このネットワークの構成を述べた上で、都市部に適した無線LANの利用方法として、高層建築物を拠点としてビルの屋上間を繋ぐ「インターネットアンテナ」によるネットワーク構築方法について報告する。

## Wireless LAN based Network Infrastructure for Urban Community

Shigeichiro Yamasaki\*, Takashi Inoue\*\*, Yuji Kawane\*, Keijiro Araki\*\*\*

\*ISIT, \*\* Towa University, \*\*\* Kyushu University

## abstract

We built wireless LAN based network over Momochi area in Fukuoka city. Our purpose to build this network is to propose usage of internet as a new infrastructure for city. We realize the 24-hours connectivity for house of monitors of this experimentation and public facilities of Fukuoka city like a library and a museum over this network. In this paper, we describe the construction of this network, and propose the suitable usage of wireless LAN for urban area and report the construction of our network and some features of this network.

### 1. はじめに

インターネットは、社会や経済のシステムに広く深く浸透しつつある。NTTなどの通信事業者が2020年までに実現するとして提唱している「Fiber to The Home構想」が実現すれば、インターネットへの接続性が電気や水道などのような都市インフラの一つになると予想される。

我々は、福岡市および建設省からの委託研究事業である「福岡市オンライン認証実証実験/マルチメディア住宅実証事業」[2]の一環として、住宅を含む都市インフラの一つとしてのインターネット利用方法の実証的な研究に取り組んでいる。我々の研究の目的は、インターネットを社会システムや経済システムの一部として実用的に利用する方法の提案であり、特にインターネット上の認証技術に重点を

置いて研究開発を行っている。

我々はこの研究の実験のために、モニタを募集して地域コミュニティによるネットワーク利用の実態を調査することを目的とした実験環境を作った。そして実際に都市インフラとしてのインターネットのモデルとなるネットワークとして、モニタ家庭の住宅を含む24時間接続性を持つ実験ネットワークmomonetを構築した。

本稿では、このネットワークの構成を述べた上で、都市部に適した無線LANの利用方法として、高層建築物を拠点としてビルの屋上間を繋ぐ「インターネットアンテナ」によるネットワーク構築方法について報告する。

### 2. 福岡市シーサイドももち地区の特徴

福岡市のシーサイドももち地区は、約10年前に埋め立て地に作られた3Km四方ほどの臨海都市であり、福岡ドーム球場、福岡タワー、福岡市総合図書館、福岡市博物館、国立医療センターといった公共施設や、テレビ局、情報処理関連の企業などが集中している。またその周辺には住宅地が隣接しており、小学校、中学校、高校、インターナショナルスクール、大学などの教育機関もその中に存在している。この地域を実験場としての視点で見ると、マルチメディアコンテンツが生み出される場所とそれを消費する場が隣接して存在しコンパクトにまとまっている地区であると言うことができる。しかも地下の共同溝には住宅にいたるまで多数の光ファイバー網が張り巡らされているという事実を考えると、Fiber to The Homeの時代の都市の情報インフラの将来像を探るための実験場として適していると考えられる。我々は、以上のような理由により、福岡市のシーサイドももち地区を本研究の実験場として選んだ。

### 3. 実験ネットワーク momonet の構成

我々は、この地区の特性を活かして、住宅や学校と図書館や博物館などを24時間接続した実験ネットワーク momonet を構築した。

当初は光ケーブル網による地域ネットワークの実験を企画していたが、コストや時間的な制約などから無線LANを使う方法を採用することにした。現在、高層ビルの20階にある部屋を拠点に、モニタ家庭の住宅が11軒と福岡市総合図書館、福岡市博物館、福岡市立の中学校、インターナショナルスクールなどが無線LANで接続されている。

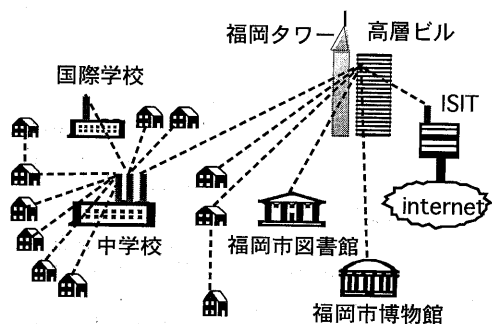


図1. 無線LANによる momonet の地理的な構成

実験の主体である(財)九州システム情報技術研究所 (ISIT) がインターネットへの接続の上流となっている。ISITが入居しているビルの屋上に無線LANのアンテナを建て、ここから約100mの距離にある高層ビルに無線LANの基地を置いている。この高層

ビルを基点として、博物館や図書館などが接続されているが、モニタ家庭がある住宅は、中学校を拠点にする方が距離的に近いということもあり、高層ビルを経由して接続されている中学校の屋上に設置したアンテナをもう一つの拠点としている。高層ビルから中学校の距離は約1Kmである。ただし中学校の建物は4階建てなので、距離的には近くても途中で障壁となる建物がある場合があり、そのようなケースでは、高層ビルから直接電波を受けることによって接続したり、無線LANのリピーター機能によって他の家庭から電波を受けるという形で接続したりしている。最も離れた場所では、2Kmの距離で接続している地点がある。

### 4. 無線LANによる接続の条件

使用した無線LANは、以下の表のような仕様のものである。[3]

変調	ダイレクトシーケンス・スペクトラム拡散
アンテナ	屋内：ダイポールアンテナ 屋外：オムニアンテナ
送信電力	10mW/MHz
周波数	2.4GHz
通信速度	最大2Mbps
通信距離	屋内：45～90m 屋外：1Km

表1. 使用した無線LAN装置の主な仕様

この無線LANが使用している2.4GHz帯の電波は、ほとんど光のように直進し、障害物があるとその影となる部分にはほとんど届かないという性質を持っている。このために、ビルなどの障害物の多い都市部にはあまり適していないという問題がある。

我々は、この問題を解決する方法として、高層ビルに設置したアンテナとビルの屋上に設置したアンテナによって構成する方法をとった。これは、ちょうどテレビ塔とビル屋上のテレビの集合アンテナに類似した関係になっている。我々はこのようなアンテナを「インターネットアンテナ」と呼んでいる。まず無線LANのアンテナ設置方式について議論する。

#### 4.1 無線LAN機器の窓際設置

無線LANの最も簡便な設置方法は、部屋の中の窓際に無線LANの機器を置くという方法である。しかし2.4GHz帯の電波は、ガラスがあると大きく減衰す

る。特に、窓ガラスと電波の進行方向との相対的な角度が小さい場合には著しい減衰を示した。この理由により、アンテナは、やむを得ない場合を除きできる限り窓の外がよい。今回、構築したネットワークでは、高層ビルに設置した拠点は、ビルの中の一つの部屋であり、窓を開けることができない構造であるために、ガラス窓の中にアンテナを設置している。また、住宅のマンションでも同様の制約によって窓の中に設置しているケースもある。

しかし、多くのケースでは、隙間ケーブルの利用やエアコン用ダクトの利用などによってベランダなどにアンテナを設置している。

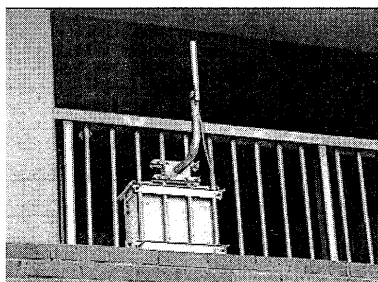


図2. ベランダに設置したアンテナ

#### 4.2 無線LANのアンテナのビル屋上設置

都市部では、ビルなどの障害物が多いため、マンションの1階の部屋などで無線LANの電波を送受信できるケースはほとんど無い。このような問題を解決するために、我々は屋上にアンテナを設置する方法を考えた。

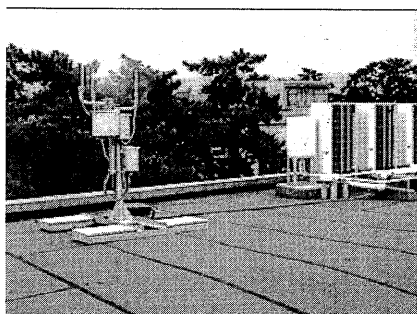


図3. 屋上に設置されたアンテナ

無線LANのアンテナを屋上に上げる方法にはいくつかの実現方法がある。一つは、アンテナと無線LAN本体を繋ぐアンテナケーブルを延長する方法である。この方法は、あまり延長距離を延ばせないという制約がある。これとは別に、無線LAN本体から出ているEthernetケーブルを延長する方法もある。

こちらは、Ethernetケーブルの延長距離だけ延ばすことが可能である。我々は、延長距離の観点から、Ethernetケーブルを延長する方式を選択した。このため、防水対策や漏電対策などを施したケースに無線LAN本体を収納している。

この方式は、マンションなどのビルでテレビの集合アンテナを屋上に設置し、各部屋にケーブルを延ばしているのと基本的に同じ構成であり、ビルの構造上の設置も基本的に同様な方法で実現できる。

この方式は現実的な方法であるが、電波を送受信するには、必ずアンテナが設置されたビルの屋上からの見通しが必要であることを考えると、現実には、この方式で高さの異なるビルや複雑に入り組んだ都市のビル間を繋ぐのは難しいという問題が残っている。

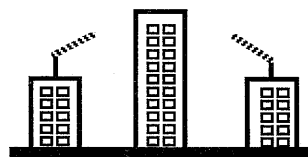


図4. ビルの屋上間で通信できないケース

#### 4.3 高層建築物とビルの屋上を使う方式

ビル間の障害物の問題を解決するために、テレビ塔のような高層の建築物を利用する方式である。どのビルの屋上からでも見通しを確保できるこのような高層の建築物が拠点になっていると、アンテナ設置場所の自由度は著しく向上する。

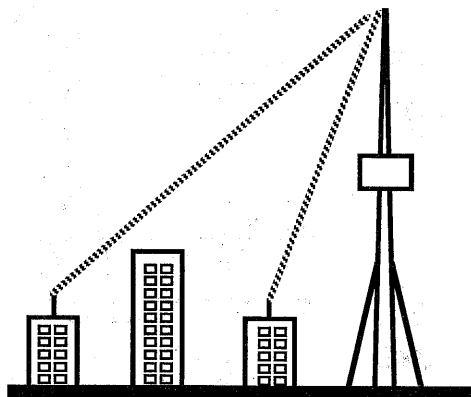


図5. 高層建築物を利用したネットワークインフラ

我々は、テレビ局が電波塔を利用しているのと同様に、都市部における無線LANを使ったネットワークインフラを構築するには、電波塔を使用するのが現実的な方法であると考えている。

ただし、テレビなどの放送型の通信と異なり、

ネットワークでは双方向の通信となるために、電波塔のような拠点を設ける方式は、そこにトラフィックが集中するという問題がある。この問題を避けるためには、電波塔にあたる拠点を論理的に複数のノードとしたり、隣接ノードへ階層的な負荷分散などの手段を高める必要がある。

#### 4.4 無線LANの最大通信速度の性質

無線LANを対向でサーバーとクライアントに接続し、その間の最大通信速度を測定した。プロトコルにはTCP/IPを使用した。その結果次のことが分かった。

(1) 無線LANが対向2台の場合、距離が1Km以内であれば、0.8Mbps～1.5Mbpsの伝送速度が得られていることが確認できた。

(2) 無線LANが親機1台に対して、子機が複数台存在する場合、通信速度は(1)の30%～50%に低下する。

つまり、無線LANを1対多の対向通信を行おうとすると、実際には1対1のトラフィックしか無い場合でも最大通信速度が半分以下に落ちるという現象が起きた。

#### 5. momonetのネットワーク構成

無線LANの実験ネットワークは、図6に示すような構成で実現している。この構成のポイントは、次の2点である。[1]

(1) ネットワークの拠点は、ISIT、高層ビル、中学校の3地点である。

(2) 拠点となる3地点間を繋ぐ経路は、基幹として扱い、無線LANの最大通信速度を確保できるようにする。

この要件を満たすために、各基点を結ぶ幹線は、無線LAN機器の1対1対向による構成とし、他の1対多の関係を持つ無線LAN機器とは完全にセグメントとしても分離する。このために、各拠点ではルーターを入れてセグメントの分割を行っている。

この構成で特に重要なのは、高層ビルである。今後電波塔の利用などによってこのネットワークインフラの拡張を行う場合、その中心になる高層建築物に設置されたアンテナは、基本的に基幹にあたる部分を担うことになるであろう。この構成で中学校のような位置付けの拠点を「クラスタ」と呼ぶことにする。クラスタは、電波的な障害物によって分割されたネットワーク領域と同一視できる。電波塔のような場所は、クラスタとの接続を集約する機能と、クラスタからの接続性が得られない「孤立した場

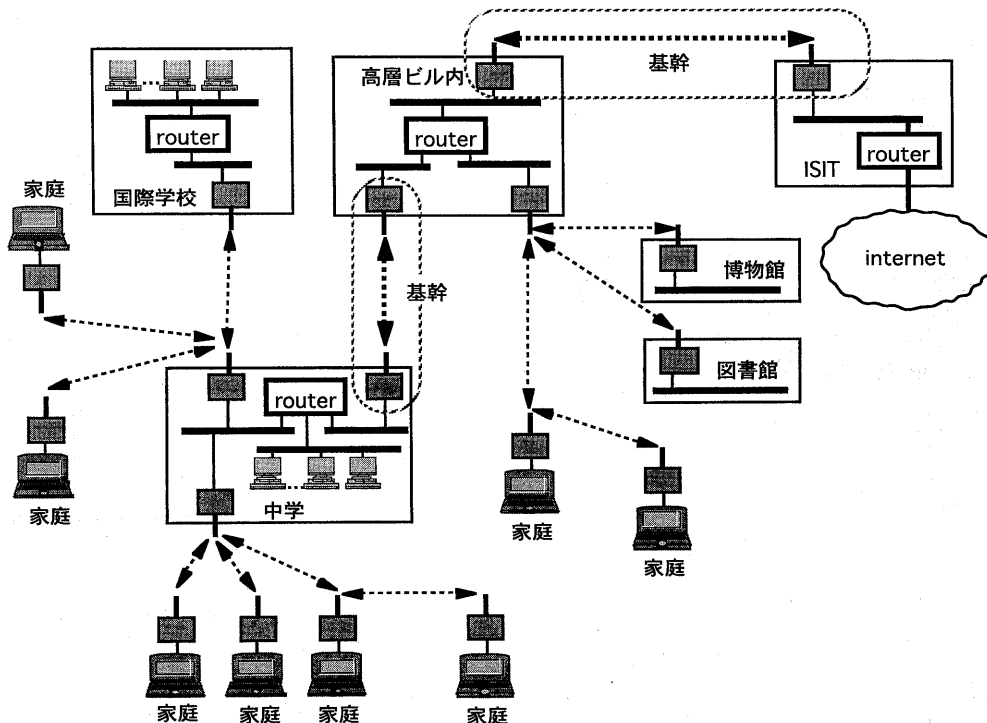


図6. momonetの実験ネットワークの構成

所」への接続性を確保する機能の2つになる。

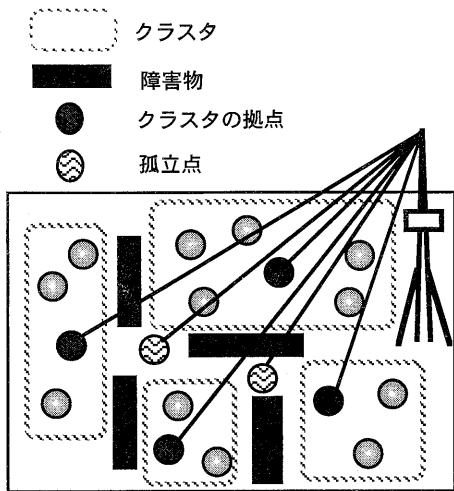


図7. クラスタや孤立点と電波塔の関係

## 6. 地域コミュニティによる利用

我々は、この地域ネットワークのモニタ利用者として、地域の中学校のパソコン部の家族15家庭、合計約60名を選び、各家庭にパソコンを配布した。この実験は、もともとインターネット上の認証技術の研究に主眼があるために、我々が運営する認証局からモニタ全員にデジタル証明書を発行した。このネットワークのプライバシー保護、セキュリティは、デジタル証明書をを用いた認証、暗号化によって実現している。

具体的には、クライアント認証付きのSSLを使ったWebチャットによるコミュニケーションツール「コラボルーム」や、S/MIMEによる暗号化電子メールによってプライバシー保護やセキュリティの向上をはかっている。

また、ISDNが最大128Kbpsであるのに対して、無線LANによるネットワークは、家庭まで数100Kbpsの能力を持った回線がゆきわたることになるので、地域コミュニティ内では動画の伝送を含めた利用などが容易に実現できる。

## 7. まとめ

無線LANを使用して都市コミュニティのためのネットワークインフラの構築を行った。電波塔のような高層の建造物を利用して障害物の多い都市部において実用的な無線LANベースのネットワークインフラを構築する方法を提案し、その実現例について報告した。

今後、この基盤の上に、図書館の予約システム

や博物館の収蔵物の閲覧申請書類の電子化など、行政サービスの電子化の実験環境の試作を行っていく予定である。

本研究では、ISITの後藤幸功氏、須賀祐治氏、アクシーズネットワーク（株）の河本泰之氏など多くの皆様のご協力を得て実現されていることを感謝の念を持ってここに記します。

## 参考文献

- [1] 井上崇, ワイヤレスLANによる地域型情報通信ネットワークの構築, 東和大学紀要 No. 24 1998
- [2] ISIT, 福岡市オンライン認証実証実験, <http://mm.momonet.k-isit.or.jp/>, 1998.
- [3] 東洋通信機株式会社, ARLAN640ユーザーズガイド.