

条件不利地域におけるアクセスシステムの検討とネットワーク運用

牧野晋¹⁾ 水越一貴²⁾ 植田和典³⁾ 坂倉彰³⁾ 林英輔^{1) 2)}

¹⁾麗澤大学国際経済学部 ²⁾麗澤大学大学院国際経済研究科
³⁾日本電気株式会社公共ネットワークソリューション事業部

概要

インターネットは社会の情報基盤になりつつあるが、一部の地域ではコスト面での不利さから、民間でのブロードバンド環境構築がのぞめない状況のままになっている場合がある。多くの市町村では、地域情報化とともに住民のインターネット利用環境整備が進行しているものの、地域によっては条件不利地域の住民が取り残されたままになっていることもある。これは、いわゆる「ラストワンマイル問題」として問題になっている。本稿では、ラストワンマイル問題の解決に無線ネットワークシステムを適用する事例として、千葉県館山地域に構築されたネットワークについて概要するとともに、実証実験をもとにスループット等について論じた。

Design and Operation of the Access System using Wireless Network for a Condition Disadvantageous Area

Susumu MAKINO[†], Kazutaka MIZUKOSHI[†], Kazunori UEDA[‡],
Akira SAKAKURA[‡] and Eisuke HAYASHI[†]

[†]Reitaku University, [‡]NEC Corporation

Abstract

The Internet is becoming a social information infrastructure. However, broadband environment cannot be used in areas, such as some regional city and a condition disadvantageous area. It is because profit does not suit even if it builds a network infrastructure in these areas for almost all the telecommunications service operators or Internet service provider. Therefore, it is left by the situation that the residents of such an area cannot use a broadband network. This problem is called "Last One Mile problem" or "First One Mile problem". In this paper, in order to solve a last one mile problem, the example and the practical experiment using wireless network in Tateyama-shi, Chiba Pref. was reported.

1. はじめに

インターネットは社会の情報基盤として欠かせないものとなっている。現在では、都市部を中心にして民間主導でブロードバンド環境が整備されており、FTTH や xDSL、CATV な

どを用いてインターネットへの常時接続を行うことも容易である。これらの環境の整備は、単に個人ユーザの利便性を高めるだけではなく、全体として地域情報化を進める上でも不可欠なものである。一方、過疎地域や離島、山村などの条件不利地域においては、採算面等の理

由から民間事業者によるサービス提供が遅れている。こうした条件不利地域の多くは、地形的要因や住居の点在などにより、インフラ整備のイニシャルコストに応じた利用が見込めない。

こうした問題は、いわゆる「ラストワンマイル問題¹」として知られている。ラストワンマイル問題を解決する手法として、無線 LAN を使用する方法がある。無線 LAN を使用したネットワークには、いわゆるホットスポット²や、みあこネット[1]³のような形態があるが、これらは公衆無線 LAN サービスである。無線 LAN サービスを提供する場合のセキュリティ上の問題等を検討するのに参考になるが、直接にラストワンマイル問題を解決する事例ではない。

筆者らは、総務省関東総合通信局の実施した「ラスト・ワンマイル克服のための最適アクセスシステムの在り方とセキュリティに関する調査研究会」(以下、調査研究会)に委員として参加した。調査研究会では、ラストワンマイル問題の解決に無線ネットワークシステムを適用する実証実験を行い、その有効性と課題について検討した。本稿では、千葉県館山地域において構築されたネットワークと実証実験の概要について報告する。

2. 通信環境の現状

総務省の資料[2]によると、全国の高速度インターネットアクセス網への加入可能世帯数は、2002年10月時点において、DSL：約3,500万世帯(全国の世帯数の約71%)、CATV：約2,300万世帯(同47%)、FTTH：約1,600万世帯(同32%)となっている。

また、ブロードバンド回線契約数は、2003年12月末時点において、1,367万件となっている。これは、総世帯数の3割弱に相当する。

DSLサービスの契約数は、2003年末で1,027万件に達しており、1年で約2倍の伸びとなっている。2001年7月以降、30~50万件/

月のペースで契約数が増加しており、DSLサービスがブロードバンド環境の中で特に契約数が伸びた形態であることを示している。

CATV網を利用したインターネット接続サービスは、2003年末で248万件となり、前年の約1.3倍に拡大した。CATVインターネットを提供する事業者は、2002年度末現在で282社となり、全体(315社)の約9割がインターネットサービスを提供していることになる。

FTTHは、各事業者の光ケーブル敷設に伴い契約数が伸びており、2003年末で89万件的契約数となっている。これは、1年間で約4.3倍の増加である。

無線アクセスの利用は、プロバイダと加入者間を結びFWA⁴等の利用と、駅や空港等で展開される、公衆無線LANサービスに分類される。FWAの契約数は、2003年末で3万件強となっている。

以上のように、日本におけるネットワークインフラの整備状況は着実に進展しており、料金水準も世界的にみて廉価である。しかし、この分布を地域別にみると大都市圏に集中しており、加入可能なエリアは限られている。これは、通信事業者のサービスが、需要のある地域のみに対応していることを表している。

過疎地や離島などの条件不利地域のほとんどでは、サービスを提供する電気通信事業者が不在であるので、常時接続を実現できていない。こうした条件不利地域の一部では、補助金や過疎債などの支援制度を活用して、光ケーブルやFWAを整備している例もあるが、地方自治体の厳しい財政状況から、その数はごく少数である。さらに、大都市と過疎地の中間に位置する地域や、都市部にあっても中心市街地をはずれた地域が不条件地域となるケースもある。こうした地域は、条件不利地域ではない地区と同一市町村の行政区域内に位置するために、国の支援対象外になることもある。このような地域でも、やはり採算性の問題から、民間事業者のサ

¹ 通信サービスの加入者側から見て「ファースト・ワンマイル問題」と呼ばれることもある。

² ここでは、NTTコミュニケーションズの登録商標ではない、一般的な公衆無線LANサービスを指す。

³ <http://www.miako.net/>

⁴ FWA: Fixed Wireless Access, 加入者系無線アクセスシステム

ービスも提供されないことが多い。

3. 実証実験の概要

3-1. 実証実験地の選定

調査研究会では、総務省関東管区の条件不利地域の中から、千葉県館山市が実証実験場所として選定された。館山市を中心とした南房総地域では、特定非営利活動法人南房総 IT 推進協議会⁵を中心とした地域通信インフラの整備やコンテンツ整備などが行われてきた。ラストワンマイル問題の克服には、国や地方自治体のほか、NPO の役割が期待されており、地域密着型の NPO が成果を上げていることが、当該地域を選定する理由の一つとなった。

館山市は、千葉県の南端に位置し、面積 110 平方 km、人口約 5 万 1 千人の南房総の中核都市である。しかし、大都市圏で提供が開始されている FTTH や CATV によるインターネット接続サービスはなく、NTT による ADSL が順次拡張されている状況であった。

研究会スタート段階の 2003 年 7 月時点での状況は、館山市域をカバーする 5 つの NTT 局（館山・船形・犬石・西岬・九重）のうち、市街地の館山局と船形局、農村部の犬石局の 3 局はすでに ADSL 化され、11 月には西岬局も ADSL 化が予定されていた。しかし、ADSL 化の計画がない九重局エリアは引き続き条件不利地域として残る見込みであった。また、ADSL サービス提供エリア内であっても、房総半島南部は複雑に丘陵が入り組む地形のため、奥まった山間部や岬では距離的にサービスの享受が困難な条件不利地域が多数残されることが予想された。これらの状況を踏まえ、実証実験地域の絞り込みが行われた。

将来的にも条件不利地域となりそうな場所、及び、モニター利用者の利用形態等を検討した結果、平砂浦地区（西岬局、犬石局エリア）と神余地区（犬石局エリア）に、実験環境を整備した（図 1）。

3-2. 実証実験期間と検討事項

実証実験は、ネットワーク構築後、2003 年

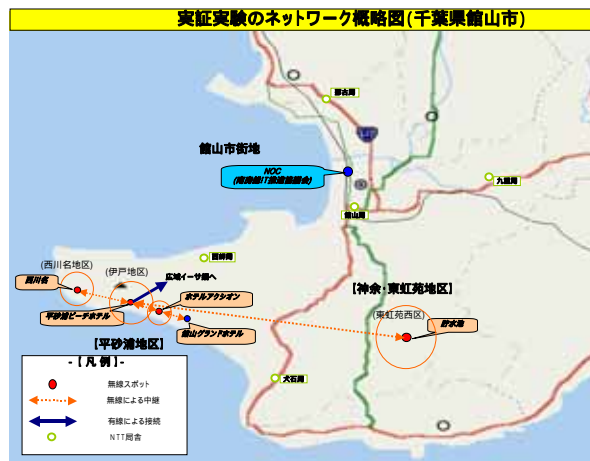


図 1 実証実験地の全体図

12 月 26 日～2003 年 3 月 31 日の期間で実施した。実験の主な目的は次のとおりである。

- (1) 5GHz 帯、18GHz 帯 FWA による無線伝送区間におけるフィールドデータの収集と検討による、準ミリ波帯公共業務無線アクセスシステムの実用性の評価。
- (2) 網内各地点におけるスループットの調査。
- (3) 降雨による受信レベルへの影響。
- (4) 負荷テストとトラフィックデータ収集システムの試作。
- (5) 無線 LAN の適用形態に関するプロトタイプ提案。無線 LAN のセキュリティとホテル等での公衆無線 LAN サービス提供形態などを含む。
- (6) 住民の利用アンケート調査による、インターネット利用環境を提供するにあたっての基礎データ収集。
- (7) 地域で利用可能なアプリケーションの利活用に関する検討。ポータルサイト運用、ライブカメラの運用、地域イベントの中継など。

3-2. ネットワークの概要

実証実験ネットワーク網は、館山市平砂浦地区、及び、神余地区に構築された。平砂浦、神余各地区内の施設間は、5GHz 帯の FWA（IEEE802.11a 準拠）で接続した。あらかじめ希望者を募ったモニター宅は、5GHz 帯と 2.4GHz 帯 FWA（IEEE802.11b 準拠）を併用して接続した。また、幹線部分にあたる平砂浦地区と神余地区の約 9.4km 間を 18GHz 帯 FWA で接続している。

⁵ <http://it.awa.jp/>



図2 平砂浦地区ネットワーク



図3 神余地区ネットワーク

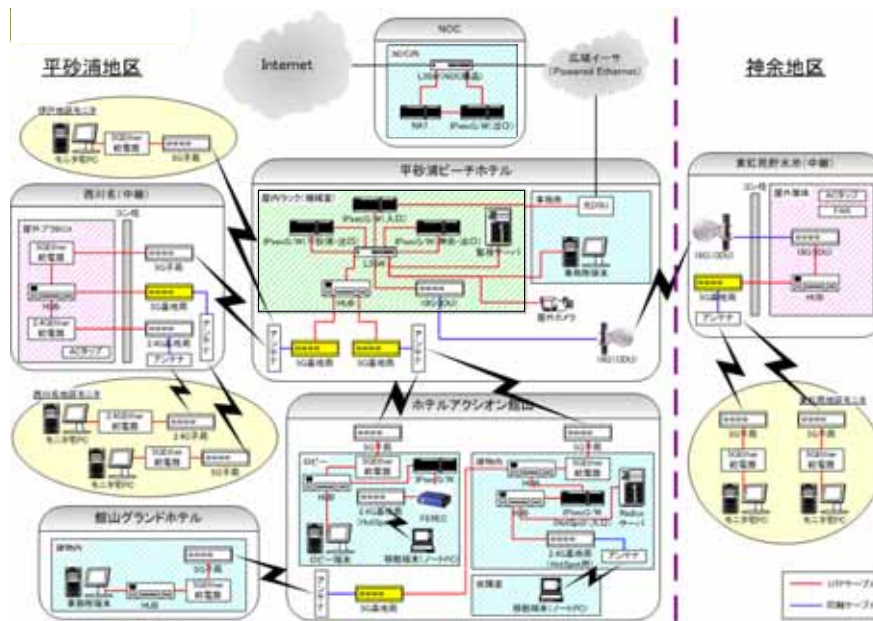


図4 ネットワーク機器構成図

上位接続は、平砂浦ビーチホテルに置かれたL3スイッチを介し、広域イーサ網（10Mbps）を経由して、館山市の南房総IT推進協議会NOCに接続する。平砂浦地区、神余地区のネットワーク概念図を、それぞれ図2、3に示す。

構成の詳細は次のとおりである。

(1) 平砂浦地区

平砂浦ビーチホテル

実証実験ネットワークの中心となる施設。西川名中継所へ5GHz帯FWAで接続（距離約1.7km）。同時に、伊戸地区モニター宅6世帯へもFWAにて接続。ホテルアクションへの約1.2kmを5GHz帯FWAで接続。さらに、神余地区との区間を18GHz帯FWAで接続。

ホテルアクション

平砂浦ビーチホテル間を5GHz帯FWAで接

続。伝送中継する形で、館山グランドホテルとの間を5GHz帯FWAで接続（距離約1.8km）。施設内にロビー端末1台を設置する他、コンベンションホール、及び、ロビーに公衆無線LANスペースを設置した。

館山グランドホテル

ホテルアクションと5GHz帯FWAで接続。事務所端末1台を設置。

西川名中継所

平砂浦ビーチホテルと5GHz帯FWAで接続。さらに、西川名地区モニター宅（5GHz帯FWA2世帯、2.4GHz帯FWA3世帯）への中継を行う。

(2) 神余地区

神余中継所

平砂浦ビーチホテルとの間を18GHz帯

FWAにて接続。伝送を中継する形で、神余地区モニター宅(3世帯)を5GHz帯FWAにて接続。

3-3. ネットワーク機器構成

ネットワーク機器の構成を図4に示した。NOC、平砂浦ビーチホテル、ホテルアクションには、それぞれ、IPSecによる暗号化を行うためのIPSecルータ(NEC製IX2010)を設置した。NOCのIPSecルータは、広域イーサ内の通信を暗号化するとともに、NATを行う。

平砂浦ビーチホテルにはL3スイッチを設置し、網内のルーティング管理を行っている。一般モニター宅に設置されたPCには、IPSec通信を行うためのクライアントソフトをインストールし、IPSecルータとの間でIPSecトンネリングを構成した。ホテル屋上には、アプリケーションとして、Webカメラも設置した。

ホテルアクション内では、ホテル等での公衆無線LANサービスを提供する場合のプロトタイプについて検討するため、認証用の

RADIUSサーバとEAP(EIP-TLS)方式に対応した無線AP(メルコ社製WLM2-G54)及び、ユーザ認証ゲートウェイ装置(ネットスプリング社製micro FEREC)を設置した。

4. データ収集と結果

3-2で示した検討事項のうち、本稿では主に(1)~(3)について報告する。なお、(4)については、文献[3]で報告した。

4-1. スループットについて

図5に示した区間におけるスループットを測定した。測定は、両端に設置されたFTPサーバ(Linux PC)とクライアント(Windows XP)との間で、約10MBのファイルをFTPした結果から算出した。各々、IPSecをON/OFFした場合について5回ずつの転送を行い、平均転送速度を算出した(表1)。

IPsecがOFFの場合には、18GHz帯FWA区間では約90Mbpsの伝送速度を確認できた。18GHz帯FWAは、光ファイバー回線と比べ

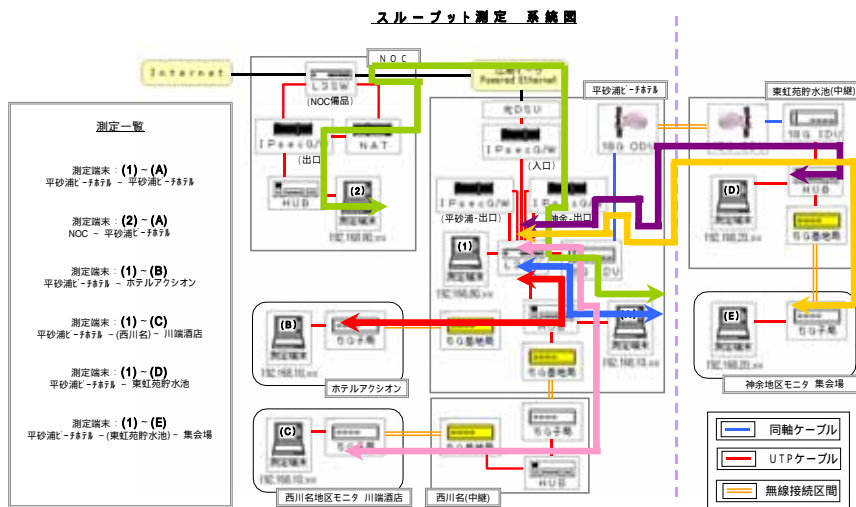


図5 スループット測定系統図

表1 各区間における平均スループット

平砂浦BH内			NOC ~ 平砂浦BH (広域イーサ経由)			平砂浦BH ~ Hアクション (5G区間)		
上り	ON	12.3	ON	1.8	ON	12.3	ON	12.3
	OFF	94.5	OFF	0.9	OFF	17.8	OFF	17.8
下り	ON	11.5	ON	2.4	ON	8.8	ON	8.8
	OFF	93.9	OFF	1.8	OFF	18.4	OFF	18.4
平砂浦BH ~ 西川名地区 (5G, 2区間)			平砂浦BH ~ 東虹苑区間 (18G区間)			平砂浦BH ~ 東虹苑地区 (18G, 5G区間)		
上り	ON	12.2	ON	12.3	ON	11.0	ON	11.0
	OFF	14.7	OFF	92.2	OFF	18.4	OFF	18.4
下り	ON	7.5	ON	10.5	ON	8.5	ON	8.5
	OFF	17.5	OFF	92.8	OFF	19.0	OFF	19.0

(単位: Mbps)

ても遜色のない幹線構築を行うことができるといえる。5GHz 帯 FWA についても 17~18Mbps の伝送速度が確認できている。両者を併用(経路)した場合も単体の場合との性能差は出ておらず、無線 FWA は、住民サービスを実現するための手段として有効であることが確認できた。

一方、IPsec を ON にすると、スループットは 10Mbps 程度にまで低下した。ON の場合の転送速度がほぼ同一なので、これは使用した IPsec ルータや PC の性能に関係すると考えられる。しかし、一部()ではこの関係の逆転もみられる。MTU 値を変更して測定を行う等、さらに検討が必要である。現在は広域イーサ部分が最大転送速度 10Mbps(実効スループット約 3Mbps 程度)となっているため、IPsec ON/OFF に関わらず体感的な速度差はないが、上位回線の広帯域化に伴い、この部分がボトルネックとなる可能性がある。

4 - 2 . 降雨量と受信レベルについて

一般的に、電波は高周波になるほど降雨の影響を受けやすい[4]。無線がインフラとして整備された場合、気象状況の変化による通信状況の変化が問題となる可能性がある。このため、18GHz 帯、5GHz 帯各々の受信レベルと降雨量の関係について調査した。測定は、2003 年 12 月~2004 年 3 月にかけて行ったが、その中で最も雨量が多かった 2004 年 3 月 30 日のデータを示した(図 6)。

18GHz 帯では、降雨量の変化(上部棒グラフ)に伴い、受信レベルが低下している。雨量が約 11mm/h の時点で、受信レベルが最大 -68dBm にまで低下した。ただし、今回使用した機器の受信限界レベルが -78dBm であったため、回線断は発生していない。一方、5GHz 帯ではこのような関係は認められなかった。

5 . まとめ

条件不利地域におけるアクセスシステムとして無線 FWA を用いた事例について報告した。調査研究会における実証実験期間は、2004 年 3 月で終了したが、整備されたインフラは地元を引き継がれ、運用が続いている。調査研究会の活動や実証実験を通して貴重な知見が得ら

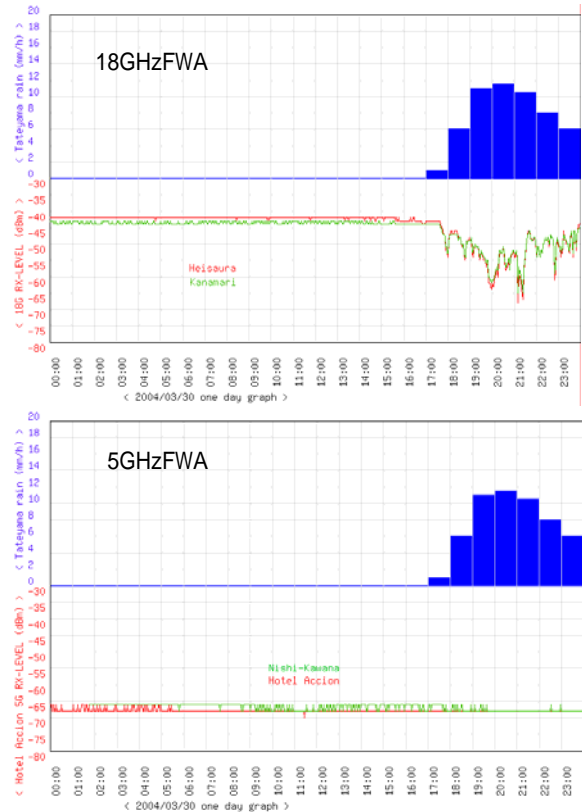


図 6 降雨量と受信レベルとの関係

れた。しかし同時に、ラストワン問題解決に伴う多くの課題が見出された。本稿で示した内容やセキュリティなどの技術的側面以外にも、例えば、法律や制度に関わる問題、経費的な問題、設置環境に関わる問題(今回の事例では、強風や塩害など)、利用形態と運用モデルに関する検討など、問題は多岐に渡る。引き続き検討が必要である。

引用・参考文献

- [1] 古村隆明・大平健司・藤川賢治・岡部寿男：公衆無線インターネットプロジェクト「みあこネット」の運用技術，情報処理学会シンポジウムシリーズ，Vol.2004，No.3，pp.91-96（2004.1）。
- [2] 総務省関東総合通信局：「ラスト・ワンマイル克服のための最適アクセスシステムの在り方とセキュリティに関する調査研究」報告書（2004.3）。
<http://www.kanto-bt.go.jp/press/p16/p1606/p160615.pdf>（要旨）。
- [3] 水越一貴・牧野晋・林英輔：通信トラフィック監視システムの試作とパーストラフィックの検出，情報処理学会研究報告 2004-DSM-34，Vol.2004，No.77，pp.31-36（2004.7）。
- [4] 篠永秀之：ブロードバンド無線アクセスの動向，TRAIN 協会第 3 回講演会資料（2001.3）。
<http://www.a-train.org/koenkai03/kdd.pdf>