

番号	都道府県名	市町村名	導入時期	条件不利地域指定	過疎■ 辺地■
6-15-1	北海道	深川市 秩父別町 沼田町	平成15年11月～ 平成16年2月	離島□ 半島□ 山村■ 特農□ 豪雪■	
実施形態	主要技術項目				
実用□ 実験■	有線■ 光ファイバ	通信方式	伝送速度	心線数	総延長
所有形態 自営□ 借上□ 混合□	無線■	周波数等 5GHz 帯 18GHz 帯	伝送速度 <松下電器> (仕) 6～54Mbps (適応変調) (実) Mbps <日本電気> (仕) 156Mbps (実) 72～93Mbps <日本無線> (仕) 100Mbps (実) 76～99Mbps <松下電器> (仕) 160Mbps (実) 70～82Mbps	最長対向距離 1.5 Km 1.4 Km 8.1 Km 5.9 Km	無線局数 基地局 2局 加入者局 3局 基地局 8局 基地局 2局 基地局 2局
	衛星□	トラポン数	伝送速度	アップリンク	ダウンリンク
開放の有 無	構築費 (ハード)	構築費 (ソフト)	運営費 (ハード：年間)	運営費 (ソフト：年間)	地域公共 NW に接続 されている施設数
有□ 無□					
アプリケーション 基幹系業務□ 防災□ 医療□ 学校教育□ 生涯学習□ 図書館□ 保健福祉□ 研究開発□ 交通□ 観光□ 施設予約□ 電子申請□ その他□					
地域の概要					
事業の導入背景と経緯					
地方公共団体等が 18GHz 帯無線システムを幹線系伝送路として利用する場合の信頼性、経済性、利便性について検証するため実証実験を実施する。					

事業の概要

実験局（18GHz 帯無線システム及び 5GHz 帯無線システム）を開設し、深川市の地域イントラネットの光ファイバ網と接続し、次の実験を行う。

- (1) 幹線系伝送路として 18GHz 帯無線システムを利用する場合の、高速大容量伝送の有用性及び長距離電波伝搬特性を把握する。
- (2) 端末系伝送路の 5GHz 帯無線システムと幹線系伝送路の 18GHz 帯無線システムとを接続し、信頼性を検証する。
- (3) 厳冬、降雨、降雪等の気象条件下における電波伝搬特性や無線機器等の動作を検証する。

<日本電気>

以下の区間を 18GHz FWA で接続することにより、広大な北海道で無線の有効性を実証する。

- (1) 深川市生きがい文化センター ～ 沼田町ライスファクトリー 約 14.0Km
- (2) 沼田町ライスファクトリー～ ～ 深川市立多度志小学校 約 8.4Km
- (3) 深川市立多度志小学校 ～ 深川市立多度志中学校 約 0.7Km
 - ・ 長距離伝搬試験（10Km 超の回線）で実証実験を行うことにより、18GHz 帯の適用範囲を検討する。
 - ・ 降雨・降雪・着雪の影響を調査する。

<日本無線>

実験局（18GHz 帯 FWA）を開設し、自治体の光ファイバ網などを組み合わせ情報を伝送し次の実証を行う。

- ① 実証実験を紹介するホームページを含むインターネット接続機能を「深川市生きがい文化センター」から 8Km 離れた「秩父別町役場」と 18GHz 帯 FWA で結び、そこを經由し町内図書館において一定期間地域住民に開放、有用性と伝送機能を実証する
- ② 無線機器等の冬期の厳しい環境下における性能変化、機器設置条件等を検証する。

<松下電器>

生きがい文化センター～まあぶ間（区間距離 5.9Km）を 18GHz 帯無線アクセス回線で接続した。

道の駅に 5GHz 帯無線システム基地局を設置し、基地局から最大 1.5Km 内の 3 台の加入者局をモント宅に設置し、高速インターネット回線を構成した。

システム構築に当たって工夫（苦労）した点

利用状況、利用者の声

<日本電気>

- ・ 実証実験期間において、降雨降雪等による受信レベルの低下は見られたが、エラー、回線断等は発生しておらず、長距離伝搬における高速伝送に関しては、問題が無いという結果が得られた。
- ・ アンテナ上部への着雪は見受けられたが、アンテナ面への着雪は見受けられず、現在のところ、通信への影響は無いという結果が得られた。

<日本無線>

- ・ 実証実験期間中、厳寒、降雪等厳しい気象条件下において 18GHz 帯 FWA 無線システムの検証を行ってきたが、送信出力レベル、受信電界レベルについては大した変動も無く良好な回線品質を確保できたと考える。
- ・ 回線瞬断期間については実験期間が 3 ヶ月間と短い、期間中は良好な結果を得ることが出来た。今

後の課題としては降雨の多い梅雨時期を含め、年間を通して地区別の回線設計結果とどの程度合致するものなのか検証していくことだと考える。

- ・ 光ファイバを利用したシステムとの比較として伝送速度（スループット）の検証を行ってきたが、本実証実験により問題なく大容量のデータ通信が実現できたことを確認した。
- ・ アンテナの設置条件については降雪、風、気温等の気象条件に大きく影響されるが、本実験期間中は回線への影響がなかったことより、アンテナ及び ODU、取付け金具の設置強度も良好であったと考える。

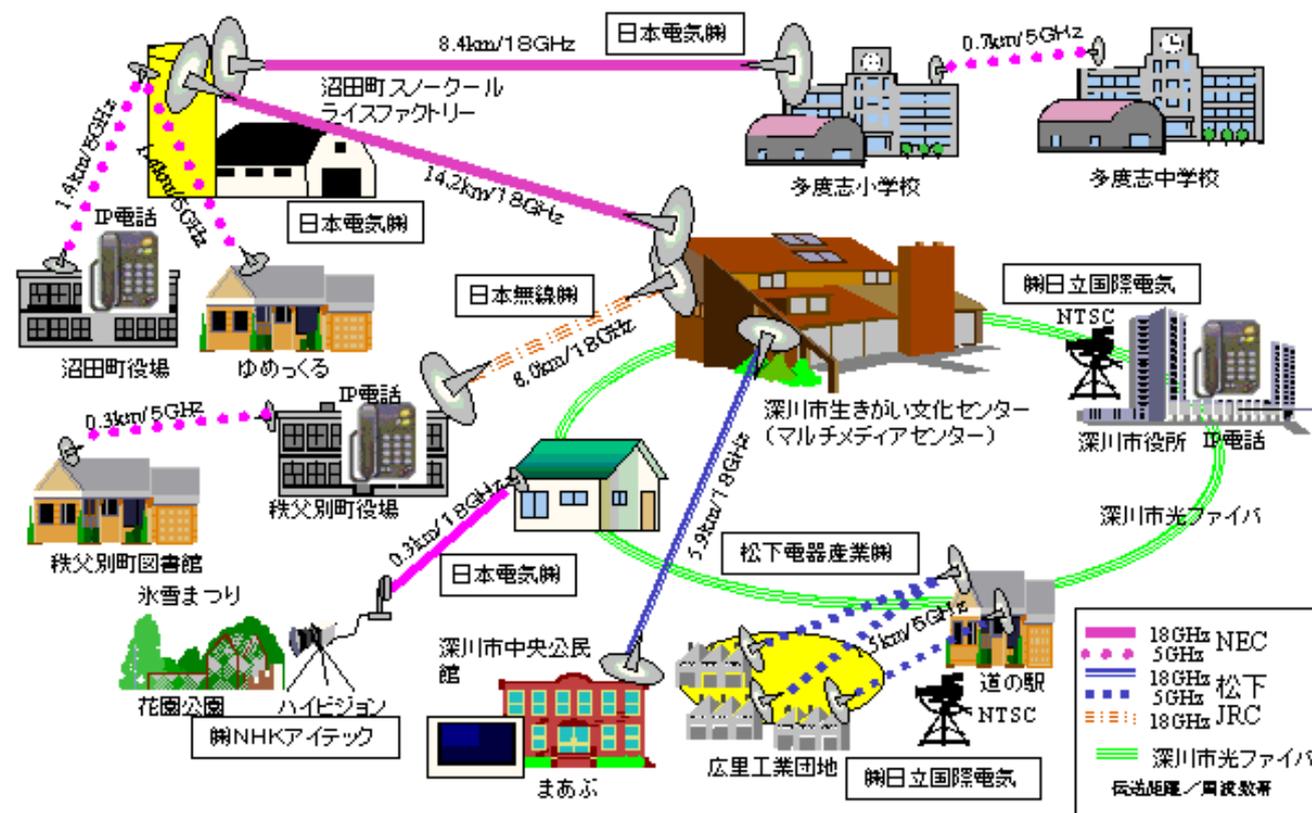
<松下電器>

氷雪祭りにおけるハイビジョン伝送デモなど、広帯域アプリケーションに 18GHz 帯無線システムが有効であることが実証された。さらに設置が容易な 5GHz 帯無線システムを用い、ADSL の未サービス地域におけるブロードバンドデバインド解消のための高速無線アクセス回線を短期間に構築し、有効であることが実証できた。

現在の課題と当面の計画

財源（構築費）及び活用した支援策

システム概要（無線通信回線を含む）



機器構成

	日本電気(株)	松下電器産業株	日本無線(株)
周波数	18.000 GHz 19.250 GHz	18.180 GHz 19.430 GHz	18.405 GHz 19.655 GHz
変調方式	32QAM	16QAM	64QAM
伝送速度 (無線区間)	156Mbps	160Mbps	100Mbps
無線機の 台数と 設置場所	深川市生きがい文化センター :1台 沼田スノーライスファクトリー :2台 多度志小学校 :2台 (1台はH160217 ~)多度志中学校 :1台 (H160217~) 深川市中央公民館 :1台 (H160211ま で)花園公園 :1台 (H160211まで)	深川市生きがい文化センター :1台 まあぶ(深川市) :1台	深川市生きがい文化センター :1台 秩父別町役場 :1台
アンテナ口径 と 伝送距離	120cm 14.2km 60cm 8.4km 30cm 0.25km (H160211まで) 30cm 0.75km (H160217から)	60cm 5.9km	60cm 8.0km

その他

- ・ 検証結果（光ファイバ等と無線システムとの比較、伝送距離とアンテナ口径（北海道内各都市でのモデルケース）、18GHz 無線システムの導入モデル、アンテナ等の設置場所の設定等）に関する言及あり。
- ・ 18GHz 帯無線システムが光ファイバと比較して、メリットのある場面の導入モデルとして次が考えられる。
 - ア 河川、湖、鉄道横断等により光ファイバ工事が困難な場合
 - イ 比較的距離が離れており光ファイバ工事費用が高くなる場合や離島等の中継回線として利用する場合
 - ウ 災害現場又はイベント等での臨時回線として利用する場合
 - エ 携帯電話基地局用中継回線として利用する場合
 - オ 市町村防災無線の基地局の中継用固定回線として利用する場合
- ・ アンテナ等の設置場所での留意点（既存の建築物を活用する場合）
 - ア 対向で見通しが確保できること（途中に遮断物等がないこと）。
 - イ アンテナ設置に耐える十分な強度があること（特に口径が 1.2m のアンテナの場合には十分考慮が必要）。
 - ウ アンテナを設置することにより、美観等の問題がないこと。
 - エ アンテナ設置場所から室内機までの引き込みができるとともに、電源が確保できること。
- ・ 18GHz 帯無線システム利用にあたっての留意点
 - ア 無線局の免許が必要であること。
 - イ 無線従事者の配置が必要であること。

ウ 降雨時等に遮断される可能性があること。

エ セキュリティ対策を十分実施すること。

- ・18GHz帯は、降雨等による影響を受けやすい特性を持っており、道内主要都市での雨量と伝送可能距離（理論値）は以下のとおりである。

アンテナの大きさ	札幌 (0.95mm)	旭川 (1.04mm)	稚内 (1.04mm)	函館 (1.27mm)	釧路 (0.93mm)
120cm アンテナ	13Km 弱	12Km	12Km	10Km 弱	13Km 弱
60cm アンテナ	9Km 強	9Km	9Km	7Km	9Km 強
30cm アンテナ	7Km	7Km 弱	7Km 弱	5Km 強	7Km

括弧内の雨量はその地域の1分間最大雨量を示す。

- ・実際に導入を検討する場合において、大きく変動するのは工事費であることから、コストを抑えるためにはアンテナ設置のために新規に鉄塔等を建設せずに、また見通しの確保が前提であるため、地形の起伏等に左右されにくい可能な限り高い建物を確保することが重要である。工事に当たって留意すべき事項は次のとおりである。

(1) アンテナを容易に取り付けることができる建物を選択すること。

- ・ 屋上に据置又はポール等を容易に取り付けできること。
- ・ 特に風の強い地域では取り付け強度が確保できること。

(2) 配線等が容易なこと。

- ・ アンテナ設置場所に電源（AC100V）が容易に供給できること。
- ・ アンテナ設置場所から、室内装置設置場所及びネットワーク接続場所までの配線が容易にできること。

- ・ 光ファイバと無線のコスト比較

(1) 光ファイバ（年額）

- ・ イニシャルコスト（1kmあたり） 3,000千円～5,700千円
- ・ ランニングコスト（1kmあたり） 80千円～140千円

(2) 18GHz帯無線システムのコスト（年額）

- ・ イニシャルコスト（1対向） 4,300千円～8,600千円
- ・ ランニングコスト（1対向） 300千円～500千円

- ・ 18GHz帯無線システムの利用形態

利用形態においても光ファイバより有効な場合を4点例示する。

(1) 河川等を横断する場合

- (2) 鉄道を横断する場合
- (3) 離島の場合
- (4) 災害現場等の臨時回線の場合

- ・受信レベルの変動は、雪よりも雨やみぞれの方が影響を受けやすい。
- ・IP電話の品質としては、端末を含めたエンドトゥエンドでの伝送遅延時間がITU-T 勧告において以下のように定められており、クラスCの400msec以上の遅延時間が存在する場合、電話として利用することが困難な品質と考えられている。

ITU-T IP電話の品質クラス分類

	クラスA (固定電話並)	クラスB (携帯電話並)	クラスC
エンドトゥエンド遅延時間	<100msec	<150msec	<400msec

- ・伝送距離帯年間不稼働率、降雨積雪量と受信レベル変動に関する言及あり。(日本電気実施)
- ・レイテンシ(遅延時間)に関する言及あり。(日本無線実施)

本件に関する参考資料

総務省北海道総合通信局ホームページ : <http://www.hokkaido-bt.go.jp/2003/0617a.htm>
 地方公共団体等が利用する18GHz帯無線システムの構築に関する調査研究会実証実験結果

北海道深川市ホームページ : <http://www.city.fukagawa.hokkaido.jp/fwa/index.html>
 地方公共団体等が利用する18GHz帯無線システムの構築に関する調査研究会報告書

連絡先

総務省北海道総合通信局無線通信部公共課
 〒 060-8795 札幌市北区北八条西2-1-1
 TEL 011-709-2311 (内線 : 4642)

深川市役所企画総務部総務課情報管理係
 〒 074-8650 北海道深川市2条17-17
 TEL 0164-26-2228

番号	都道府県名	市町村名	導入時期	条件不利地域指定	過疎 <input type="checkbox"/> 辺地 <input checked="" type="checkbox"/>
6-15-2	千葉県	館山市	平成 15 年 12 月 26 日～平成 16 年 3 月 31 日	離島 <input type="checkbox"/> 半島 <input checked="" type="checkbox"/> 山村 <input type="checkbox"/> 特農 <input type="checkbox"/> 豪雪 <input type="checkbox"/>	
実施形態	主要技術項目				
実用 <input type="checkbox"/> 実験 <input checked="" type="checkbox"/>	有線 <input type="checkbox"/>	通信方式	伝送速度	心線数	総延長
所有形態 自営 <input type="checkbox"/> 借上 <input type="checkbox"/> 混合 <input type="checkbox"/>	無線 <input checked="" type="checkbox"/>	周波数等 5 GHz 1.8 GHz	伝送速度 (仕) 6,9,12, 18,24,36Mbps (実) 備考参照 (仕) 156Mbps (実) 備考参照	最長対向距離 1.8 Km 9.4 Km	無線局数 基地局 4局 加入者局 14局 基地局 2局
	衛星 <input type="checkbox"/>	トラポン数	伝送速度	アップリンク	ダウンリンク
開放の有無	構築費 (ハード)	構築費 (ソフト)	運営費 (ハード：年間)	運営費 (ソフト：年間)	地域公共 NW に接続 されている施設数
有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/>					
アプリケーション 基幹系業務 <input type="checkbox"/> 防災 <input type="checkbox"/> 医療 <input type="checkbox"/> 学校教育 <input type="checkbox"/> 生涯学習 <input type="checkbox"/> 図書館 <input type="checkbox"/> 保健福祉 <input type="checkbox"/> 研究開発 <input type="checkbox"/> 交通 <input type="checkbox"/> 観光 <input type="checkbox"/> 施設予約 <input type="checkbox"/> 電子申請 <input type="checkbox"/> その他 <input type="checkbox"/>					
地域の概要					
事業の導入背景と経緯					
<p>本実証実験は、5GHz 帯 FWA、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証が目的である。また、さらに住民の方々にご協力をいただき、無線アクセスシステムを用いてインターネット環境を提供するにあたっての基礎データの収集も同時に行った。</p>					
事業の概要					
<p>・実証実験の期間と検討事項</p> <p>実証実験は、千葉県館山市平砂浦地区、ならびに神余地区にネットワーク網を構築し、平成 15 年 12 月 26 日～平成 16 年 3 月 31 日の期間で実施した。以下、「システム概要（無線通信回線を含む）」にネットワーク概略図を示す。</p> <p>準ミリ波帯公共業務用無線アクセスシステムの実用性を評価するにあたり、評価検討する主な内容は以下の通りとなる。</p> <p>① スループット</p> <p>ネットワーク網内の各地点間においてスループットの測定を行う。スループットの測定は、FTP または UDP を用いて行うものとし、測定端末は Linux、Windows の 2 種類を使用するものとする。</p> <p>また本実証実験でセキュリティとして使用する IPsec については、ON/OFF 時それぞれの状況下でスループットの測定を行うものとする。</p>					

② 降雨による受信レベルへの影響

実証実験区域の降雨量を測定し、5GHz 帯 FWA、18GHz 帯 FWA それぞれの受信レベルとの相関関係について検証する。また、降雨がない状態においても受信レベルの変動について調査し、無線通信の特性を検証するものとする。

・実験方法と場所

実証実験ネットワーク網は、館山市平砂浦地区、ならびに神余地区に構築した。

平砂浦、神余各地区内の施設間は 5GHz 帯 FWA で接続し、モニター宅に対しては 5GHz 帯と 2.4GHz 帯を併用するものとした。また、平砂浦地区と神余地区間のおよそ 9.4km を 18GHz 帯 FWA で接続している。

システム構築に当たって工夫（苦労）した点

利用状況、利用者の声

スループット測定結果

IPsec が OFF の場合には、18GHz 帯 FWA 区間では 90Mbps の伝送速度を確認できた。このため 18GHz 帯 FWA は、光ファイバー回線と比べても遜色のない幹線構築を行うことができるといえる。また 5GHz 帯 FWA についても 17~18Mbps の伝送速度が確認できており、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。

しかし IPsec を ON にすると、低下の割合は測定区間によって異なるものの、スループットは 10Mbps 程度にまで低下することがわかった。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、ON/OFF に関わらず体感的な差はないと思われるが、将来的にはこの問題の原因を追究しスループット低下の問題を解決する必要があるといえる。

ただし、このスループット低下の問題が解決できれば、VPN 環境の構築が IPsec クライアントソフトにより容易に行えるという点を考えると、ラスト・ワンマイル回線を構築するうえで非常に有効な手段となると思われる。

受信レベルと降雨量測定結果のまとめ

5GHz 帯 FWA に関しては、降雨量と受信レベルとの相関関係はほとんど見られない。降雨量に関わらず受信レベルはほぼ一定の値を示していることがわかる。

実験期間全体を見てみると、18GHz 帯 FWA 受信レベルと降雨量には、非常に強い相関関係があることが確認できる。降雨が記録された時には、ほぼ同時に 18GHz 帯 FWA の受信レベルも低下していることがわかる。

実験期間中に最大降雨量が記録されたのは、2004 年 3 月 30 日であった。この日の降雨量は最大で 11mm/h 以上であり、かなり強い雨が降っていたことがわかる。その際 18GHz 帯 FWA 受信レベルはおよそ -68dBm にまで低下したが、受信限界レベルである -76dBm までには至らなかったため、回線断は一切発生しなかった。

このため、回線稼働率については机上計算値よりも良い結果が得られたということができ、18GHz 帯 FWA はラスト・ワンマイル回線の構築に十分適用できるものと考えている。

ただし、実験期間（2003 年 12 月 26 日～2004 年 3 月 31 日）は比較的雨の少ない時期だと考えられるため、回線の評価に関しては一年を通して測定を実施した後に行うことが望ましい。

現在の課題と当面の計画

財源（構築費）及び活用した支援策

システム概要（無線通信回線を含む）

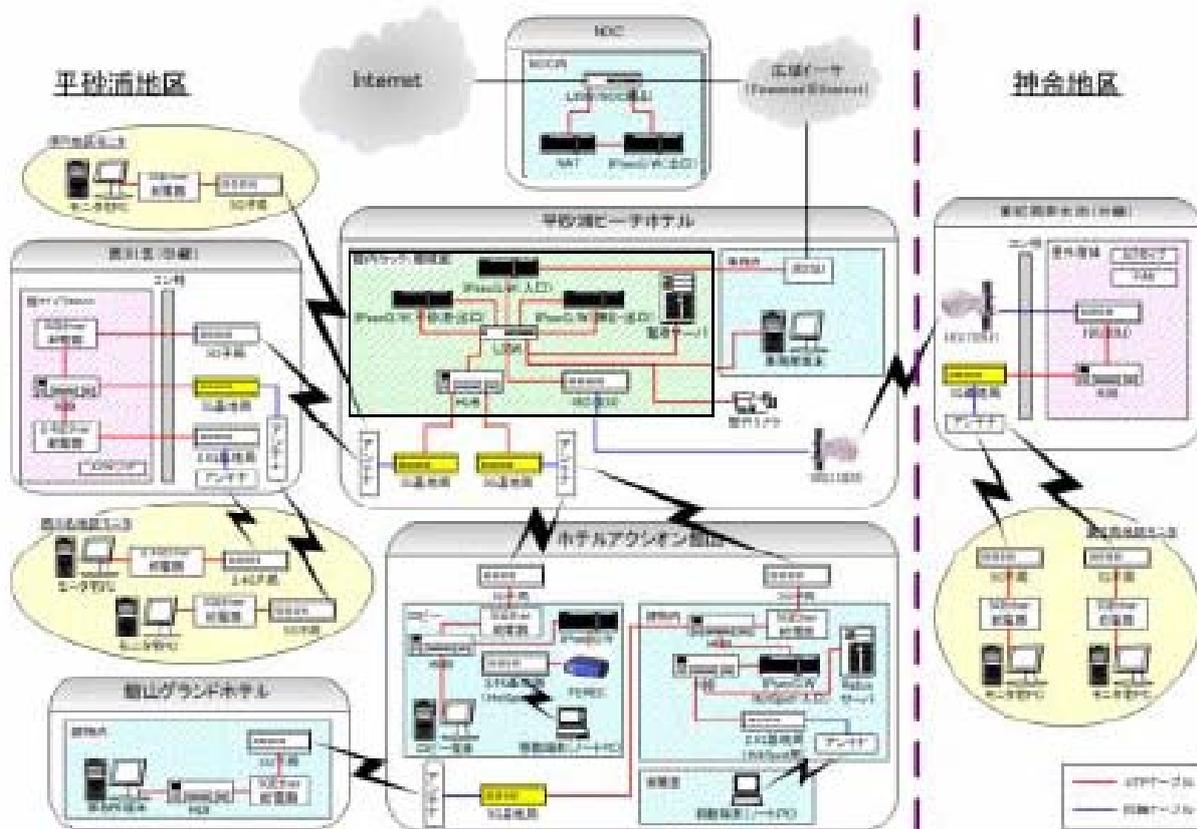


図 4.2.2 平砂浦地区ネットワーク図



図 4.2.3 神余地区ネットワーク図

機器構成



その他

- ・ 18G区間、5G区間を介した測定を行ったが、スループットは前述の5G区間の測定結果とほぼ同等である。18G区間と5G区間を双方経由されることに弊害はなさそうだが、やはりIPsecをONにすると下りは半分強、上りは3割強のスループット低下が見られる。

- ・ 「第5章 ブロードバンドデバイド環境整備の実現に向けて」において、経費的課題に関する言及がなされており、有線（光ファイバ）・無線で情報環境を整備する場合のモデル紹介あり。
- ・ ラスト・ワンマイル回線におけるセキュリティの確保に関する言及あり。
- ・ 「市街地から10km程度離れた場所にある、100戸程度の集落にブロードバンド環境を整備し、全世界帯が利用する」ものと条件設定して実施した試算結果

接続部分	域内部分	イニシャルコスト		ランニングコスト（/月）	
光ファイバ	光ファイバ	共通経費 1000万円（10万円）	3800万円 （38万円）	共通経費 50万円（5000円）	30万2650円 （3026円）
無線	光ファイバ		3100万円 （31万円）		22万7710円 （2277円）
光ファイバ	無線		3300万円 （33万円）		21万5833円 （2158円）
無線	無線		2600万円 （26万円）		13万7293円 （1372円）

（カッコ内は一戸あたりの負担金額）

備考

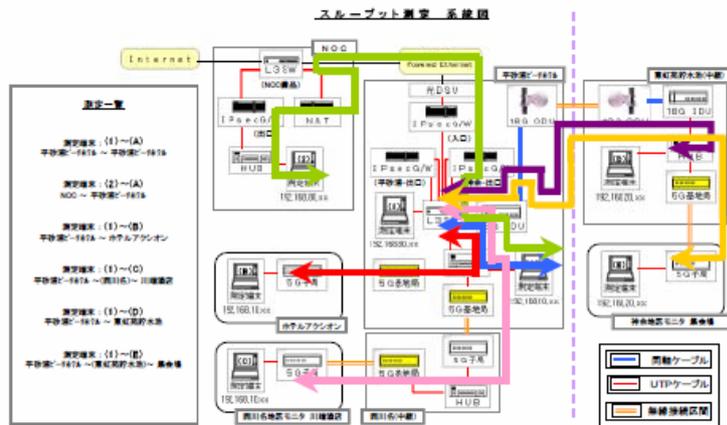


図 4.2.24 スループット測定システム図

表 4.2.6 平砂浦ビーチホテル内区間スループット
測定システム内 (1) ~ (A)

測定区間		IPsec	測定結果 (Mbps)				
平砂浦 BH ← 平砂浦 BH 上り回線	ON	12.34	12.29	12.34	12.29	12.24	
	OFF	95.10	94.81	95.10	95.10	92.30	
平砂浦 BH → 平砂浦 BH 下り回線	ON	11.56	11.56	11.56	11.52	11.52	
	OFF	92.30	94.81	95.10	95.10	92.30	

表 4.2.7 NOC~平砂浦ビーチホテル区間スループット
測定システム内 (2) ~ (A)

測定区間		IPsec	測定結果 (Mbps)				
NOC ← 平砂浦 BH 上り回線	ON	2.15	2.28	1.47	1.50	1.54	
	OFF	0.66	0.60	0.60	1.40	1.00	
NOC → 平砂浦 BH 下り回線	ON	3.41	2.24	2.15	2.07	2.01	
	OFF	3.02	1.24	1.28	1.77	1.57	

表 4.2.8 平砂浦ビーチホテル～ホテルアクション区間スループット

測定系統図内 (1) ~ (B) 

測定区間		IPsec	測定結果 (Mbps)				
平砂浦 BH	アクション  上り回線	ON	12.29	12.24	12.14	12.29	12.29
		OFF	17.91	17.81	17.81	17.70	17.61
平砂浦 BH	アクション  下り回線	ON	8.75	8.85	8.83	8.83	8.85
		OFF	18.65	18.76	18.02	18.66	18.11

表 4.2.9 平砂浦ビーチホテル～西川名地区モニター区間スループット

測定系統図内 (1) ~ (C) 

測定区間		IPsec	測定結果 (Mbps)				
平砂浦 BH	西川名モニター  上り回線	ON	12.20	12.20	12.14	12.29	11.96
		OFF	14.78	14.71	14.64	14.51	14.71
平砂浦 BH	西川名モニター  下り回線	ON	7.59	7.44	7.53	7.50	7.48
		OFF	17.53	17.63	17.52	17.41	17.53

表 4.2.10 平砂浦ビーチホテル～東虹苑区間スループット

測定系統図内 (1) ~ (D) 

測定区間		IPsec	測定結果 (Mbps)				
平砂浦 BH	東虹苑  上り回線	ON	12.34	12.29	12.34	12.29	12.24
		OFF	92.30	92.30	94.81	92.30	89.41
平砂浦 BH	東虹苑  下り回線	ON	10.48	10.52	10.51	10.52	10.48
		OFF	92.30	92.03	92.03	95.10	92.30

表 4.2.11 平砂浦ビーチホテル～東虹苑地区モニター区間スループット

測定系統図内 (1) ~ (E) 

測定区間		IPsec	測定結果 (Mbps)				
平砂浦 BH	東虹苑モニター  上り回線	ON	12.10	10.24	12.29	10.07	10.48
		OFF	18.00	19.22	18.22	18.76	17.70
平砂浦 BH	東虹苑モニター  下り回線	ON	8.63	8.23	8.61	8.45	8.59
		OFF	19.35	19.00	18.87	18.77	18.77

本件に関する参考資料

総務省関東総合通信局ホームページ：<http://www.kanto-bt.go.jp/stats/data/chosa/chosa01/index.html>

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

連絡先

総務省関東総合通信局情報通信部情報通信振興課

〒100-8795 千代田区丸の内1-6-1 丸の内センタービル5F

TEL 03-5220-5414 / 5415

番号	都道府県名	市町村名	導入時期	条件不利地域指定	過疎■ 辺地■
6-15-3	岐阜県	恵那市 (旧岩村町)	平成 15 年度	離島□ 半島□ 山村■ 特農□ 豪雪□	
実施形態	主要技術項目				
実用■ 実験□	有線■ 光ファイバ	通信方式	伝送速度	心線数	総延長 30.4 Km
所有形態 自営■	無線■	周波数等 2.4GHz 帯 5GHz 帯	伝送速度 11Mbps 54Mbps	最長対向距離 半径 400m	無線局数 基地局 55 局
借上□ 混合□	衛星□	トラポン数	伝送速度	アップリンク	ダウンリンク
開放の有無	構築費 (ハード)	構築費 (ソフト)	運営費 (ハード：年間)	運営費 (ソフト：年間)	地域公共 NW に接続 されている施設数
有□ 無□	302,316 千円		約 16,000 千円		
アプリケーション 基幹系業務□ 防災□ 医療■ 学校教育□ 生涯学習□ 図書館□ 保健福祉□ 研究開発□ 交通□ 観光□ 施設予約□ 電子申請□ その他■					
地域の概要					
<p>恵那市は、岐阜県の南東に位置し、名古屋から 1 時間あまりの豊かな自然に囲まれたまちである。平成 16 年 10 月 25 日に恵那市、岩村町、山岡町、明智町、串原村及び上矢作町の 6 市町村が合併し新生恵那市として誕生した。ユビキタスネットワークを整備した旧岩村町は、創築 800 年の歴史を誇る「岩村城址」や「古い町並み」、「女城主」などで知名度も高く、多くの観光客が訪れる町である。</p> <p>○ 恵那市岩村町のデータ（2005 年 4 月 1 日現在）</p> <p>人 口：5,583 人</p> <p>世帯数：1,740 世帯</p> <p>面 積：34.36 平方キロメートル（うち 65%が山林）</p>					
事業（実験）の導入背景と経緯					
<p>岩村町では、平成 13 年度に「情報化基本計画」を策定し、ポータルサイトの構築、人材育成、行政の情報化、情報基盤の整備を基本方針として掲げ、職員の意識改革研修、IT サポートセンターの開設、「ポータルサイトいわむら」の構築など、積極的に地域情報化の取組みを行って来た。</p> <p>しかし岩村町では、民間企業によるブロードバンドサービス（ADSL、FTTH 等）の提供が困難な地域であるため、全世帯がブロードバンドを利用できないという課題を抱えてきた。そうした中、町が自ら電気通信事業者となることで地域へのブロードバンドサービス提供に道を開くこととした。</p> <p>ブロードバンドインフラの整備については、低コストかつ早期に整備することを最優先とし、岩村振興事務所（旧岩村町役場）と各公共施設を結ぶ地域公共ネットワークを光ファイバで整備し、地域公共ネットワークと住民を結ぶいわゆるラストワンマイル回線には FWA（加入者系固定無線アクセス）を採用した。また、無線システムのメリットを最大限発揮するため、FWA サービスの他、公衆無線 LAN サービスを活用して「いつでも」、「どこでも」、「だれでも」ネットワークへつなげるユビキタスな環境も併せて整備することとした。これらの整備手法は、岐阜県の第三セクターである株式会社 VR テクノセンターから提案があり、共同で準備を進めた。</p>					

整備は、平成15、16年度の2ヶ年で行い、総事業費は約3億円で主な財源を地方債として単独事業により実施している。

事業（実験）の概要

このネットワークは、岩村振興事務所から上位は、岐阜県が平成15年4月から本格運用を開始した岐阜情報スーパーハイウェイを利用し、このハイウェイ上にあるプロバイダの株式会社VRテクノセンターへ接続している。また、町内のネットワークは、岩村振興事務所から出先機関の13施設を結ぶ地域公共ネットワークとユビキタスネットワークの50局の基地局までを光ファイバ30.4キロメートルで結び、基地局は5GHz帯のFWAと2.4GHz帯のユビキタスの無線LAN設備で構成されている。

システム構築に当たって工夫（苦勞）した点

■ポイント1 ラストワンマイル FWA によるブロードバンド環境の実現

町内の公共機関等を結ぶ基幹回線として光ファイバを敷設し、さらに各家庭までのラストワンマイル回線に5.0GHz帯FWA（加入者系固定無線アクセス）を利用。これにより低コストかつ短期間でネットワークの構築が可能に。

○FWA インターネット常時接続サービスの内容

通信速度：最大54Mbps

メールサービス（メールアドレス3個）

ホームページ開設サービス（100M）

利用料：月額3,390円（標準サービス）

■ポイント2 公衆無線LANによるユビキタスネットワーク環境を提供

2.4GHz帯無線LAN基地局を町内に55局設置。無線LAN機能のあるモバイルPC、PDA（携帯情報端末）など、屋外でサービスエリア内であれば、「いつでも、だれでも」利用できるユビキタスなモバイルインターネット環境を実現。事前の申し込みで誰でも無料で一回につき1週間利用できる。平成17年4月からは有料サービスも開始。

○ユビキタスインターネットサービスの内容（公衆無線LAN）

規格：IEEE802.11b準拠

通信速度：最大11Mbps

利用料：無料

○ユビキタスとする狙い

・「いつでも、どこでも、だれでも」、ブロードバンドインターネット接続できる環境とすることで、地域の情報化推進を図る。

・利用形態を創造することにより新産業の創出など地域経済の活性化につなげる。

・自前の通信設備を持つことで多様な行政サービスの実現を可能とする。

利用状況、利用者の声

ユビキタスネットワークの住民利用は、FWA サービスが平成17年12月末現在で440世帯、利用率26%という状況で、最近の申し込み状況は徐々に減り月3件程度となっている。もう一方の公衆無線LANサービスは、毎月3件程度の利用がある。

現在の課題と当面の計画

ほぼ当初計画していた通信品質が確保できており、利用者には概ね満足して利用をいただいていると理解している。平成16年1月から民間によるDSL サービスが突然開始されたことにより、当初見込みより加入者数が減っており、今後の加入促進が課題のひとつである。

また、このシステムでは、直進性の強い無線周波数を利用しているため、利用者宅から基地局が見通せることが条件で、障害物等による電波強度不足により利用できない例も数件あり、住民の100%利用は不可能という欠点がある。今後、利用できる周波数帯の拡大がなされ更に細かな基地局配置を行えば100%に近づけることは可能である。

財源（構築費）及び活用した支援策

(1) 整備事業費

【表1-1】 整備事業費（単位：千円）

区分	平成15年度 (行政機関公共ネットワークの整備)	平成16年度 (ユビキタスネットワークの整備)	計
工事費	136,920	143,031	279,951
委託費	9,975	12,390	22,365
計	146,895	155,421	302,316

【表1-2】 財源内訳（単位：千円）

区分	平成15年度	平成16年度	計
過疎債	118,900	97,700	216,600
県振興補助金	14,700	10,000	24,700
電源立地地域対策交付金	-	47,713	47,713
一般財源	13,295	8	13,303

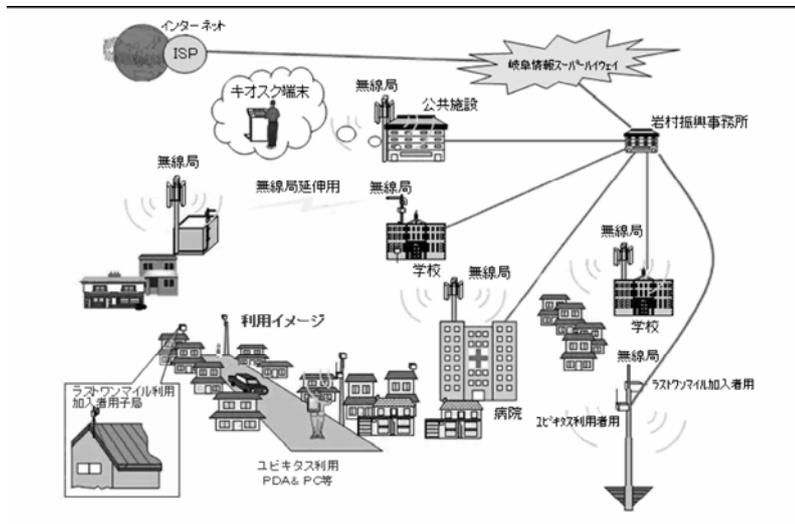
(2) 運営費

経常的な運営費については、基地局等の設備の保守、機器の遠隔監視業務などで年間約16,000千円（職員人件費を除く）の経費が必要で、収入は卸電気通信役務の契約締結により約5,000千円（利用者契約件数により異なる。）で、年間収支は約11,000千円の一般財源の負担が必要となっている。

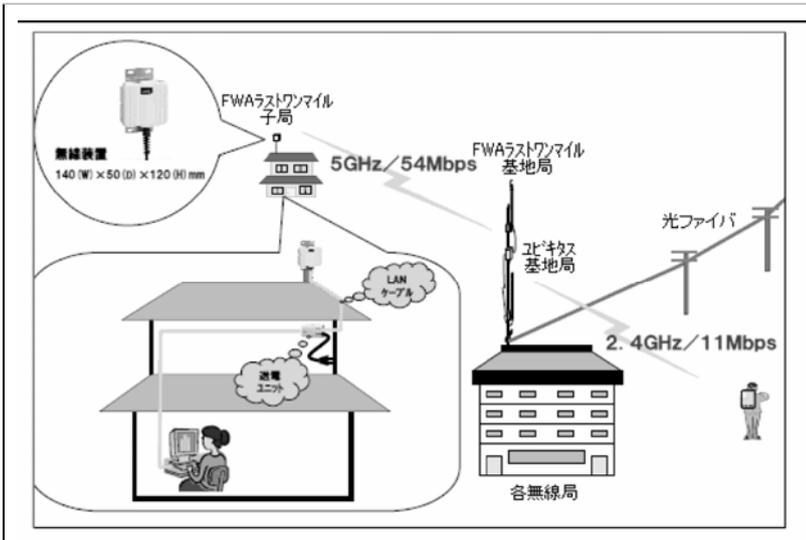
当初の計画では、加入者1,000件（加入率約60%）で収支バランスがとれるように料金等の設定をしている。

システム概要（無線通信回線を含む）

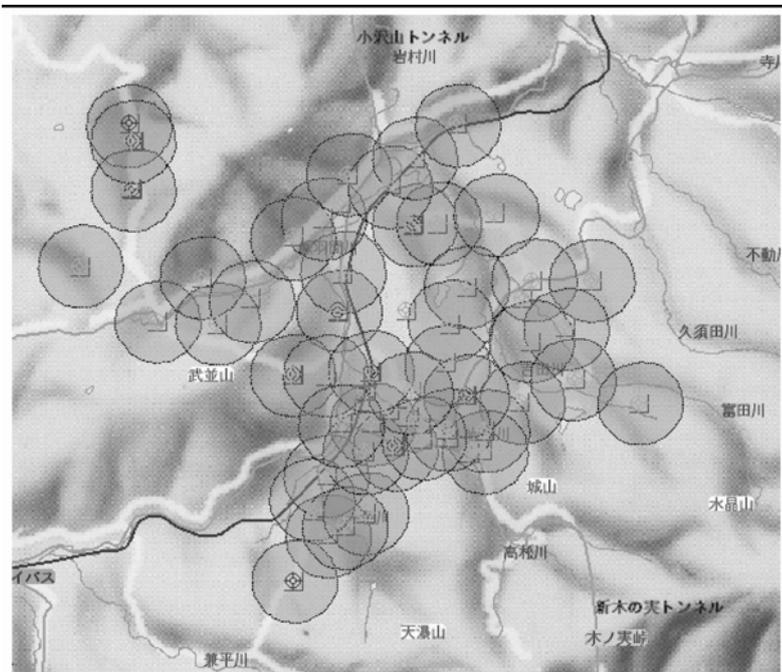
ネットワーク概略図



接続イメージ図



ラストワンマイル FWA のサービス提供エリア（半径400m）



機器構成

アプリケーション概要

このネットワークの行政利用は、次のとおり。

(1) ホームヘルスシステム — ネットを活用して健康チェック

岩村診療所では、自宅で血圧測定等のバイタルチェックが簡単にできる機器を患者約30名に貸与し、そのデータを診療所で医師等が活用する「ホームヘルスシステム」の運用を開始した。

測定されたデータ（血圧、心拍数、体重など6種類）はユビキタスネットワークを經由して診療所に集められ、集まったデータを基に医師が健康管理やアドバイスを行っている。このシステムによって、医師や看護師の省力化が図られるばかりか、一人暮らしのお年寄りの安否確認にも有効である。

(2) IC タグによる「通学・安心システム」実証実験

平成16年9月から約2ヶ月間、IC タグによる「通学・安心システム」実証実験が行われた。この実験では、通学する児童に IC タグを持たせ、通学路に設置したセンサーが IC タグからの電波を受信すると、センサーを通過した時間のデータがユビキタスネットワークを經由して学校や保護者に提供される。これにより、児童が校門をいつ通過したかなどの状況がわかる仕組みである。

このように、岩村町のユビキタスネットワークは企業による実証実験のフィールドとしても活用されている。

(3) その他

町内で定期的に開催している薪能やレディースマラソンなど野外イベントのライブ映像をネット上で配信したり、防犯 WEB カメラの設置による監視などに活用している。

その他

○ サービス提供スキーム

岩村町は自ら電気通信事業者となるため、平成15年4月4日、岐阜県、郡上市八幡町（旧八幡町）との連名で構造改革特別区域の認定を受けた。電気通信事業（旧第1種電気通信事業）を行う場合、通常は国による「許可」が必要になるが、特区に認定されたことで「届出」だけで事業者の資格を得ることができた。

（注意：現在は電気通信事業法が改正され、第1種・第2種の事業区分が廃止されるとともに、電気通信事業者への参入に際してはすべて登録または届出制へ規制緩和されている。）

特区の名称：スイートバレー・情場形成特区

特定事業の名称：404 地方公共団体による専ら卸電気通信役務を提供する第1種電気通信事業

また、岩村町が直接サービス提供者とならず、株式会社 VR テクノセンターとの間での卸電気通信役務の契約を締結し、住民へのサービスを委託している。

■ サービス提供までの流れ

平成15年4月：構造改革特区に認定

平成15年10月：市街部の一部で FWA とユビキタスの両サービスを開始

平成16年10月：町内全域でのサービスを開始

本件に関する参考資料

総務省九州総合通信局ホームページ：<http://www.kbt.go.jp/press/060403-1-2.html>

無線アクセスシステムを利用した地域公共ネットワーク事例集

（平成18年3月 九州総合通信局情報通信部情報通信振興課）

恵那市ホームページ：<http://www.city.ena.gifu.jp>

ポータルサイトいわむら：<http://www.iwamura.org>

連絡先

恵那市岩村振興事務所振興課

岐阜県恵那市岩村町545-1

TEL 0573-43-2111

番号	都道府県名	市町村名	導入時期	条件不利地域指定	過疎■ 辺地■
6-15-4	沖縄県	南大東村・北大東村	平成 15 年 10 月～16 年 3 月	離島■ 半島□ 山村□ 特農□ 豪雪□	
実施形態	主要技術項目				
実用□ 実験■	有線□	通信方式	伝送速度	心線数	総延長
所有形態	無線■	周波数等	伝送速度	最長対向距離	無線局数
自営□		18GHz 帯	(仕)156Mbps (実)72.8 ~ 95.5Mbps	約 11km	基地局 2 局
借上□ 混合□	衛星□	5 GHz 帯			基地局 2 局 端末局 7 局
	衛星□	トラポン数	伝送速度	アップリンク	ダウンリンク
開放の有無	構築費 (ハード)	構築費 (ソフト)	運営費 (ハード：年間)	運営費 (ソフト：年間)	地域公共 NW に接続 されている施設数
有□ 無□					
アプリケーション 基幹系業務□ 防災□ 医療□ 学校教育□ 生涯学習□ 図書館□ 保健福祉□ 研究開発□ 交通□ 観光□ 施設予約□ 電子申請□ その他□					
地域の概要					
事業の導入背景と経緯					
<p>準ミリ波帯公共業務用無線アクセスシステムを、遠隔離島地域において利用するためには、海上伝搬上及び台風等の豪雨時での高能率変調方式を適用した回線設計データを収集して、検証することが必要であることから、18GHz帯を用いた公共業務用無線アクセスシステム（以下、18GHz帯FWA）の実用性を検証するための試験を実施した。</p>					
事業の概要					
<p>この試験では、海上伝搬等での条件下における、高能率変調方式を用いた18GHz帯FWAの回線設計における基礎データの収集と分析を行うことを目的とし、更に、海上伝搬等の条件下における18GHz帯FWAのインターネットアクセス等における基礎データの収集と分析を行った。</p>					
システム構築に当たって工夫（苦労）した点					
利用状況、利用者の声					
現在の課題と当面の計画					
<p>測定の結果、試験期間中の回線断時間は約5分であり、これは全測定時間の0.002%（回線稼働率99.998%）にあたる。これは他の無線通信システム（固定マイクロ通信システム、衛星通信システム）と比較しても遜色無い結果が得られた。</p> <p>小型で安価な18GHz帯FWAを使用しても、長距離海上伝搬という環境下においてインターネット</p>					

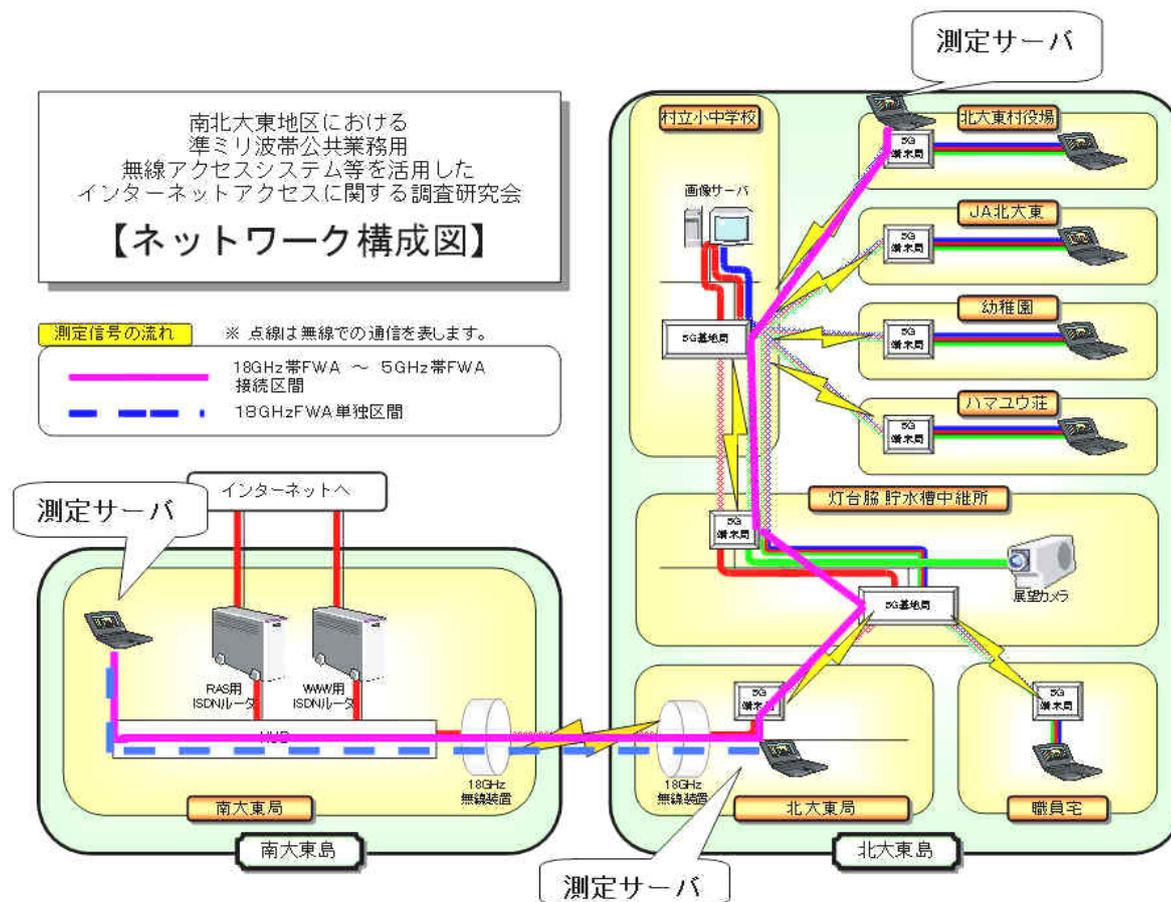
接続の安定性が確認できたことから、同じような比較的近距離の離島への通信回線、及び島内でのイントラネット構築に活用できることが確認された。

今後、18GHz帯FWAは、地方公共団体における地域公共ネットワークや防災用無線システムの構築、また、地理的条件から光ファイバの施設が困難で通信事業者がサービス提供出来ない地域における無線アクセスサービスとしての利用が期待される。

財源（構築費）及び活用した支援策

システム概要（無線通信回線を含む）

無線ネットワークのスループット測定系統図



機器構成

その他

回線の信頼性をあげる方法の一案としては、一定距離を離して2区間で伝送する（サイトダイバーシティ）方法がある。

試験結果からも10km程度離れた区間における1分間降雨量の相関が低くなるため、本方法は効果があると考えられる。

サイトダイバーシティの導入は設備コストが増えるが、防災目的など降雨時の回線瞬断時間を出来るだけ短くしたい用途では検討すべき事項である。

本件に関する参考資料

地域における電波利用基盤の普及のための調査研究

(平成16年3月 南北大東地区における準ミリ波帯公共業務用無線アクセスシステム等を活用したインターネットアクセスに関する調査研究会)

<http://www.okinawa-bt.soumu.go.jp/musentuusin/kenkiyu.html>

連絡先

総務省沖縄総合通信事務所

番号	都道府県名	市町村名	導入時期	条件不利地域指定	過疎■ 辺地■
6-16-1	北海道	深川市 秩父別町 沼田町 妹背牛町 北竜町	平成 16 年度	離島□ 半島□ 山村■ 特農□ 豪雪■	
実施形態	主要技術項目				
実用■ 実験■	有線■ 光ファイバ	通信方式	伝送速度	心線数	総延長
所有形態 自営□ 借上□ 混合□	無線■	周波数等 5GHz 帯 18GHz 帯	伝送速度 <松下電器> (仕) 6~54Mbps (適応変調) (実) 11~16Mbps <日本電気> (仕) 6、13、26 156Mbps <日本無線> (仕) 100Mbps <富士通> (仕) 156Mbps <松下電器> (仕) 100Mbps	最長対向距離 0. 8 k m 1 4 k m 8. 1 k m 7. 5 k m 5. 9 k m	無線局数 基地局 1 局 加入者局 1 局 基地局 1 2 局 基地局 4 局 基地局 2 局 基地局 2 局
	衛星□	トラポン数	伝送速度	アップリンク	ダウンリンク
開放の有 無	構築費 (ハード)	構築費 (ソフト)	運営費 (ハード：年間)	運営費 (ソフト：年間)	地域公共 NW に接続 されている施設数
有□ 無□	・無線システム無線局構築 管 理 業 務 3,438,750 円 ・無線システム無線局設置 機 器 3,412,500 円		・年 間 保 守 費 1,575,000 円		
アプリケーション 基幹系業務□ 防災□ 医療□ 学校教育□ 生涯学習□ 図書館□ 保健福祉□ 研究開発□ 交通□ 観光□ 施設予約□ 電子申請□ その他□					
地域の概要					
深川駅は JR 函館線と留萌線の結節点であるなど高速道路や国道を含めて、札幌市を中心とする道央圏と旭川市を中心とする道北圏、留萌市を中心とする留萌圏を結ぶ古くから交通の要衝として発展してきた。					

近隣の1市5町で構成する「北空知圏」の中核都市であり、行政、経済、医療など各種施設、機関が集積している。

深川市は、「こめのまち深川」のイメージをまちづくりに活かそうと「ライスランド深川構想」を推進。この構想により多角的な地域間交流をめざして整備した4つの里のうち「道の駅ライスランド深川」は、平成15年7月のオープン以来、多くの利用者に深川市の魅力をPR。一昨年、旅行情報誌が行なった北海道内道の駅利用者満足度調査で1位にランキングされている。

事業の導入背景と経緯

本試験は、IT を利用した活力ある地域社会の実現や電子自治体の実現等住民サービス向上のために、地方公共団体等が 18GHz 帯無線アクセスシステムを幹線系伝送路として利用する場合の信頼性、経済性、利便性を検討することを目的として、当該システムの制度が確立していなかった平成 15 年度に「地方公共団体等が利用する 18GHz 帯無線システムの構築に関する調査研究」が冬期4ヶ月間実施されたことに始まる。

この調査検討においては、北海道特有の極寒、豪雪における回線の信頼性について貴重なデータが得られた他、地理的に光ファイバによる敷設が困難な場合や経済的な問題により敷設ができない場合に非常に有効な手段であることが明らかにされた。

しかし、実際の 18GHz 帯無線アクセスシステムの導入に際しては、総合的なシステムの信頼性を検証するため、通年データの取得が必要であったことから平成 16 年度「地方公共団体等のための無線アクセスシステム構築技術に関する調査研究」として継続実施されたものである。

更に本試験では、5 GHz 帯無線アクセスシステムに新たに割当て予定の周波数と気象レーダーとの干渉試験も実施され、制度確立のための重要な検証データ測定も行われた。

事業の概要

- (1) 18GHz 帯・5 GHz 帯無線アクセスシステムの実験局を開設し、無線を利用する地域公共ネットワーク構築に関し、信頼性等を検証する。
 - ① 長距離伝送における気象条件等による信頼性の検証
 - ・春期から夏期における水田に水を張った状態での伝送の検証
 - ・夏期から秋期かけての豪雨での信頼性についての検証
 - ② 高速長距離伝送における技術的条件の検証
 - ・ 18GHz 帯無線アクセスシステムにおいて、偏波面の変更による同一周波数の使用可否等についての検証
 - ・ 高画質（ハイビジョン）の映像を、5 GHz 帯無線アクセスシステムにより伝送した場合の実用性等についての検証
 - ③ ライブ WEB 映像伝送試験の検証
 - ・ 18GHz 帯無線アクセスシステム及び光ファイバ網を経由した、イベント等のライブ映像情報伝送の検証
- (2) 新規格の 5 GHz 帯無線アクセスシステムについて技術的な検証
 - ・ 新規に利用が可能な 5 GHz 帯は、既存のレーダー等と共用することになるため、両者における干渉の有無及び伝送の信頼性等を検証する。

システム構築に当たって工夫（苦勞）した点

利用状況、利用者の声

(1) 18GHz 帯・5 GHz 帯無線アクセスシステムを用いたネットワークの各種検証

① 長距離伝送における気象条件等による信頼性の検証

春期から夏期における水田に水を張った状態での伝送については、反射面の状況変化による伝搬状況への影響は認められなかった。

夏期から秋期にかけての豪雨での信頼性については、期間中の試験フィールドは、例年のない強風、豪雨の台風に相次いでみまわれ、一部回線断が発生したが、いずれも短時間であり運用上大きな影響は無かった。

各メーカーからの報告に基づき、年間回線断時間率（不稼働率）を比較した。18GHz 帯公共業務用固定局の年間回線断時間率基準 0.01%以下/年/1 ホップ（区間）を準用した場合、計算値は2 区間が基準 0.01%以下を満足していなかったが、実測値は、6 区間とも基準 0.01%以下を満足するものであった。

② 高速長距離伝送における技術的条件の検討

18GHz 帯無線アクセスシステムにおいて、偏波面の変更による同一周波数の使用可否等については、偏波面が変更されることにより一定の干渉を防ぐ効果があることが確認された。

高画質（ハイビジョン）の映像を、5 GHz 帯無線アクセスシステムにより伝送した場合の実用性等については、実行スループット 18Mbps の場合、汎用のハイビジョンカメラ及びエンコーダ、デコーダを使用しても伝送が可能であることが明らかになった。

③ ライブ WEB 映像伝送試験の検証

18GHz 帯無線アクセスシステム及び光ファイバ網を経由し、試験フィールド提供自治体の各イベントをライブ映像でインターネット網へ配信し、伝送状況の検証を行った。伝送状況が良好であったほか、18GHz 帯無線アクセスシステムにより柔軟で迅速な回線設置ができる等、無線の長所が生かされた。また、試験期間を通じて道の駅から国道 12 号線を映した映像もコンテンツとして光ファイバで配信した。

(2) 新規格の 5 GHz 帯無線アクセスシステムについて技術的な検証

新規に利用が可能な 5 GHz 帯は、既存のレーダー等と共用することとなるため、両者における干渉の有無及び伝送の信頼性等を検証した。新たな周波数帯においては DFS 機能が有効に動作することが確認され、レーダーへの干渉に対して信頼性が明らかとなった。

深川市の市街地から見て峠越えとなる多度志地域の小学校と中学校に無線でブロードバンドの環境を提供する実験を 2 カ年行ったが、この地域は、深川市が平成 13 年度に実施した地域イントラネット基盤整備事業によって市内小中学校 11 校のイントラネット整備を行なった際、当地域までの峠に電柱がないことから市域を越えて長距離を迂回しなければならないためコストがかかりすぎ、2 校だけ自前の光ファイバが繋げない、ナローバンドのまま運用せざるを得ない状況となっていた。これを 18GHz 帯無線システムで結んだ。前年度の報告書にコスト比較の詳細は報告されているが、無線システムと光ファイバとでは無線システムが明らかに経済的であり、通信距離の違いや工事単価の設定方法によって幅はあるものの、実験区間最長距離の 1.4 km のインシャルコストが光ファイバの 8% というのは当初期待した以上の結果で、しかも、ランニングコストも 50% 以下に抑えられる点は、経費節減に絶えず頭を痛めている我々にとっては実に魅力的な数字であった。

豪雪地帯である当地域において無線システムで通年安定した運用ができるかが素人なりに心配した

点だが、前年度冬季の実験に引き続いて夏季の通信についても良好な環境が実証され十分に実用レベルにある。前述の小中学校に提供されたブロードバンド環境についても、中継機器の不良による回線トラブルは何度か起こったが、天候などの影響によるトラブルは一度も起らず、通信速度も他校の光ファイバとまったく遜色なく、生徒が一斉にインターネットにアクセスするという、これまでできなかった授業の環境が整ったことで学校からは大変感謝された。

設置した状態を見る限り、建物の美観を損ねるようなこともなく、18GHz のアンテナなど設備のコンパクトさや比較的軽量であることを認識した。建物の管理者は施設に手を加えることや見栄えの悪さを当然嫌うため、そうした心配の少ない点は実際の設置場所の選定には非常に有利といえる。

現在の課題と当面の計画

昨年度と今年度の実証実験は、業務を行なうためのネットワークとして運用面からの検証までには至っていない。従って、今後、無線システムを基幹ネットワークとして行政が利用するには、セキュリティ面を含めてさらに検証が必要ある。無線システムの場合、一時的に通信が途絶える可能性を予め考慮して利用しなければならないため、通信する情報の重要度や即時性によって無線とそれ以外とをどう使い分けするかということも検討する必要がある。

また、無線システムを設備する場合、対向するアンテナ同士が見通せるだけの高さを確保しなければならないが、この場所の選定が今回の実証実験で最も苦勞した点であった。

多度志の小中学校までの回線のように峠越えとなれば、峠に鉄塔を建てたり、今回の実験で沼田町を經由したように見通せる迂回ルート上の高い建物に中継アンテナを設置するということになるが、鉄塔を立てるとなればそれなりのコストがかかる。迂回を選んだとしても、無線システムを必要とするような通信基盤の弱い地域は、たとえ平坦な地形であっても、元々、地価が安いことから低層の建物が多いため見通しを確保できる建物が少ないことと、寺社や様々な施設の周囲には広い敷地を利用して背の高い樹木が植えられている場合が多く、そうした障害物に見通しが遮られる場合があることを想定しなければならない。無線システム使って行政区域の全てをカバーするには、ルート選定ための十分な調査はもちろんのこと、近隣自治体が互いに協力し合って構築することを考えていかなければならない。

財源（構築費）及び活用した支援策

システムの導入に当たっては、深川市が無線局の免許を取得し、実証実験で使用した機材をそのまま買い取り、運用開始した。

システム概要（無線通信回線を含む）

	多度志中学校：1 台	ローズガーデン：1 台 ひまわりの里：1 台 サンフラワー北竜：1 台		
その他				
<ul style="list-style-type: none"> ・降雨に比べ、降雪による受信レベルへの影響は少ない。 ・18GHz 帯無線アクセスシステムの季節ごとの平均受信電力に関する比較表あり。(松下電器実施) 				
本件に関する参考資料				
<p>総務省北海道総合通信局ホームページ：http://www.hokkaido-bt.go.jp/2003/0617a.htm 地方公共団体等のための無線アクセスシステムの構築技術に関する調査研究会実証実験結果 深川市ホームページ：http://www.city.fukagawa.hokkaido.jp/fwa/index.html 地方公共団体等のための無線アクセスシステムの構築技術に関する調査研究会報告書 総務省九州総合通信局ホームページ：http://www.kbt.go.jp/press/060403-1-2.html 無線アクセスシステムを利用した地域公共ネットワーク事例集(平成18年3月)</p>				
連絡先				
<p>総務省北海道総合通信局無線通信部公共課 〒060-8795 札幌市北区北八条西2-1-1 TEL 011-709-2311 (内線：4642)</p> <p>深川市役所企画総務部総務課情報管理係 〒074-8650 北海道深川市2条17-17 TEL 0164-26-2228</p>				

番号	都道府県名	市町村名	導入時期	条件不利地域指定	過疎 <input type="checkbox"/> 辺地 <input checked="" type="checkbox"/>
6-16-2	徳島県	阿南市 (伊島)	平成16年度	離島 <input checked="" type="checkbox"/> 半島 <input type="checkbox"/> 山村 <input type="checkbox"/> 特農 <input type="checkbox"/> 豪雪 <input type="checkbox"/>	
実施形態	主要技術項目				
実用 <input checked="" type="checkbox"/> 実験 <input type="checkbox"/>	有線 <input checked="" type="checkbox"/> 光ファイバ	通信方式	伝送速度	心線数	総延長
所有形態	無線 <input checked="" type="checkbox"/>	周波数等	伝送速度	最長対向距離	無線局数
自営 <input type="checkbox"/> 借上 <input type="checkbox"/> 混合 <input checked="" type="checkbox"/>		18GHz 帯 2.4GHz 帯	100Mbps 11Mbps	8.4 Km	基地局 4局 基地局 4局 加入者局 4局
	衛星 <input type="checkbox"/>	トラポン数	伝送速度	アップリンク	ダウンリンク
開放の有無	構築費 (ハード)	構築費 (ソフト)	運営費 (ハード:年間)	運営費 (ソフト:年間)	地域公共 NW に接続 されている施設数
有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/>					
アプリケーション <input type="checkbox"/> 基幹系業務 <input type="checkbox"/> 防災 <input type="checkbox"/> 医療 <input checked="" type="checkbox"/> 学校教育 <input checked="" type="checkbox"/> 生涯学習 <input type="checkbox"/> 図書館 <input checked="" type="checkbox"/> 保健福祉 <input type="checkbox"/> 研究開発 <input type="checkbox"/> 交通 <input type="checkbox"/> 観光 <input type="checkbox"/> 施設予約 <input checked="" type="checkbox"/> 電子申請 <input type="checkbox"/> その他 <input type="checkbox"/>					
地域の概要					
<p>伊島町は、徳島県阿南市の蒲生田岬（四国最東端）の東海上約6kmの紀伊水道に浮かぶ周囲9.5kmの島で、世帯数83世帯・201人が暮らし、住民は漁業で生計を立てている。</p> <p>白亜の灯台がシンボルで灯台に続く道には伊島ササユリが優雅な花を咲かせる。</p> <p>周囲には無数の荒磯があり、グレ・チヌなどの磯釣りが楽しめる。</p>					
事業（実験）の導入背景と経緯					
<p>① 伊島の小・中学校では、平成14年度・15年度の2年間、文部科学省の「次世代ITを活用した未来型教育研究開発事業」で衛星回線を使ってインターネットによる授業を行っていたが、平成16年3月末で同事業が終わり、NTTのアナログ電話回線に移行を余儀なくされ、(伝送速度=実効値15kbps以下)授業にも支障が出ており、当然、島民がインターネットを利用できる環境も整っていない状況であった。(過去にNTT海底ケーブル電話回線が断線したため、無線の電話回線になっている。)</p> <p>② 平成16年春に、伊島町民からの要望を受け、同じ市内での情報格差を是正するため、光ファイバ網の整備が予定されている中林地区と18GHz帯無線アクセスシステムで接続し、高速インターネット環境を整備し、伊島小・中学校での授業支援と診療サポート、島民のインターネット環境の整備を計画した。</p> <p>③ 平成16年6月に総務省の補助事業である地域インターネット導入促進事業の要望書を提出し、採択された。</p>					
事業（実験）の概要					
<p>① 中林基地局では、Bフレッツ4回線を契約し、レイヤー3スイッチでセグメント分けし、18GHz帯無線アクセスシステムに接続する。</p> <p>② 中林基地局・船瀬中継所・伊島中継所間の海上を18GHz帯無線アクセスシステムで接続する。(船瀬中継所は、距離による電波の減衰を緩和するため設置する。)</p>					

<p>② 島内の伊島中継所では、レイヤー 3 スイッチ（ファイヤーウォール機能付）でセグメント分けし、互いに干渉しない設計とする。伊島中継所から小学校、中学校、診療所、漁協にそれぞれ 2.4 GHz 帯無線で接続する。</p> <p>③ 伊島小・中学校では既設の校内 LAN と接続する。 インターネットを活用した他校との交流授業やホームページによる情報発信ができる環境を整備する。</p> <p>④ 診療所では診療サポート用パソコン（新設）に接続する。 伊島には診療所が開設されているが、嘱託の看護師が 1 名いるだけで、医師による診療は週 1 日のため、インターネット接続したパソコンとカメラを設置し、インターネットを通じて医師が看護師に指示する診療サポートシステムを導入する。</p> <p>⑤ 漁協では住民開放端末（新設）に接続する。 H13.7 の地域インターネット導入促進基盤整備事業で整備した、施設の予約状況の確認や図書館の蔵書検索など、インターネットを通じて双方向のサービスの受けられる環境を整備する。</p>
<p>システム構築に当たって工夫（苦勞）した点</p> <p>① 1.8 GHz 帯無線のアンテナ及び機器類を設置するにあたり、伊島中継所と船瀬中継所は、NTT ドコモ四国の携帯電話の基地局（H17.2 新設）の鉄塔及び機器設置場所が借用できることになったため、また中林基地局も消防団詰所の消火ホース乾燥用コンクリート柱及び機器設置場所が借用できることになったため、構築費用が格段に安価となった。</p> <p>② 1.8 GHz 帯無線アクセスシステムの特性について、 A 社は、ベストエフォート 156 Mbps だが豪雨には弱い。 B 社は、ベストエフォート 100 Mbps だが豪雨でも 10 Mbps の通信が可能。 よって B 社を選択した。</p>
<p>利用状況、利用者の声</p> <p>① 伊島小・中学校では、インターネットを活用した授業や、ホームページによる情報発信を行っている。</p> <p>② 伊島漁協では、市の生涯学習課が IT 講習会を開き、多くの住民が受講している。 漁協に設置している住民開放端末は、現在 4 台となり、住民が漁協に集まり、インターネットで鮮魚市場にアクセスしたり、気象・海流情報を閲覧し、漁業などに活用している。</p> <p>③ 診療所では、幸いにも活用の機会はないが、阿南・那賀川・阿南消防組合が合同で実施した「南海地震による大津波避難訓練」では、高速インターネットで本部にいる医師が CCD カメラを利用し、島内の看護師にけが人の応急処置を指示するなど活用を進めている。</p> <p>○ 利用者の声 島民がインターネットを利用するには、漁協に出向かなければならないため、自宅でインターネットができるようにならないかとの要望がある。</p>
<p>現在の課題と当面の計画</p> <p>① 市が、通信回線の一部を島民個人に開放もしくは貸し出しする方法はないか、検討中。</p> <p>② 来年度も、IT 講習会を開催し、島民のリテラシー向上を図る。</p>
<p>財源（構築費）及び活用した支援策</p> <p>① 中林伊島間無線アクセスシステム構築費 18,393,900 円 （平成 16 年度地域インターネット導入促進事業） 国庫補助金 9,107,000 円 一般財源 9,286,900 円</p>

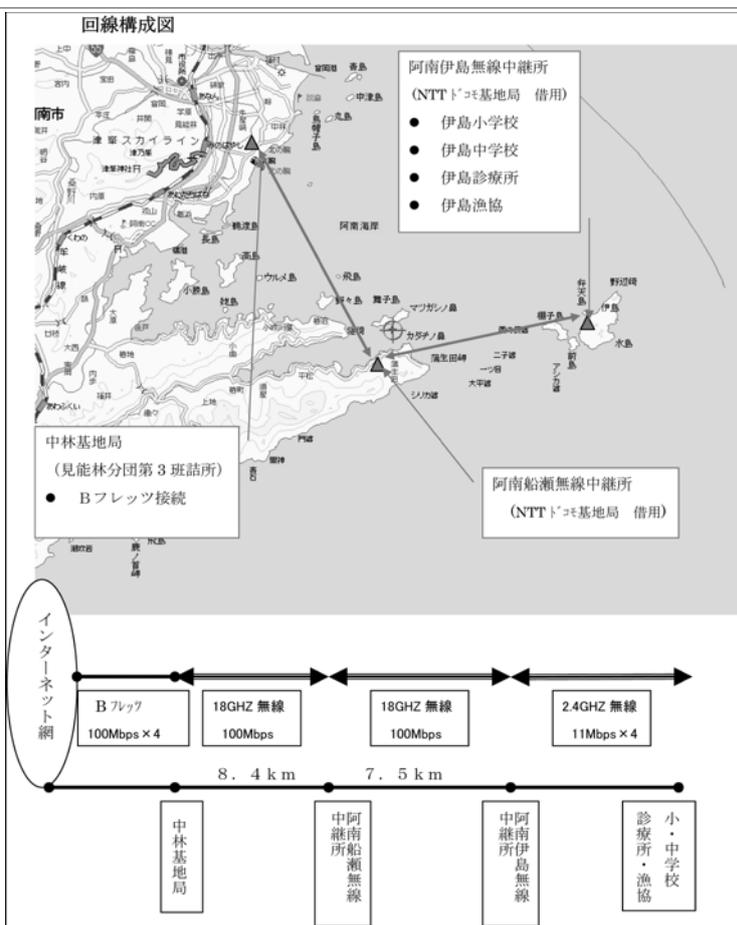
※ 平成12年度補正地域インターネット導入促進事業でも実施。

ハード事業 39,790千円 (うち補助額 19,895千円)

ソフト事業 14,031千円 (うち補助額 4,677千円)

② 年間経費	660,570円
18GHz 帯アンテナ等保守費用	90,000円
伊島・船瀬中継所基地使用料	216,510円
18GHz 帯無線電波利用料	2,400円
診療所前電柱橋架料	1,260円
B フレッツ通信料	278,400円 (69,600×4)
プロバイダ利用料	72,000円 (18,000×4)

システム概要 (無線通信回線を含む)



機器構成

アプリケーション概要

上記「事業(実験)の概要」参照。

その他

○ システム構築過程

- ① 18GHz 帯無線のアンテナ及び機器類を設置するにあたり、伊島中継所と船瀬中継所は、NTTドコモ四国の携帯電話の基地局(H17.2新設)の鉄塔及び機器設置場所が借用できることにな

ったため、また中林基地局も消防団詰所の消火ホース乾燥用コンクリート柱及び機器設置場所が借用できることになったため、構築費用が格段に安価となった。

② 18GHz帯無線アクセスシステムの特性について、

A社は、ベストエフォート 156Mbpsだが豪雨には弱い。

B社は、ベストエフォート 100Mbpsだが豪雨でも10Mbpsの通信が可能。

よってB社を選択した。

本件に関する参考資料

総務省九州総合通信局ホームページ：<http://www.kbt.go.jp/press/060403-1-2.html>

無線アクセスシステムを利用した地域公共ネットワーク事例集

(平成18年3月 九州総合通信局情報通信部情報通信振興課)

連絡先

徳島県阿南市役所総務企画部IT推進課

番号	都道府県名	市町村名	導入時期	条件不利地域指定	過疎 <input type="checkbox"/> 辺地 <input checked="" type="checkbox"/>
6-17-1	静岡県	森町	平成 17 年 11 月 16 日～12 月 14 日	離島 <input type="checkbox"/> 半島 <input type="checkbox"/> 山村 <input checked="" type="checkbox"/> 特農 <input type="checkbox"/> 豪雪 <input type="checkbox"/>	
実施形態	主要技術項目				
実用 <input type="checkbox"/> 実験 <input checked="" type="checkbox"/>	有線 <input type="checkbox"/>	通信方式	伝送速度	心線数	総延長
所有形態	無線 <input checked="" type="checkbox"/>	周波数等	伝送速度	最長対向距離	無線局数
自営 <input type="checkbox"/> 借上 <input type="checkbox"/> 混合 <input type="checkbox"/>		2.4GHz 帯	(仕) 54Mbps (実) 9～19Mbps	0. 4 Km	基地局 1 局 加入者局 1 局 (移動して測定)
		5GHz 帯	(仕) 6,9,12,18, 24,36,48,54Mbps (MIMO の場合) 72,96,108Mbps (実) 21.7～ 40.8Mbps	0. 4 Km	基地局 1 局 加入者局 1 局 (移動して測定)
	衛星 <input type="checkbox"/>	トラポン数	伝送速度	アップリンク	ダウンリンク
開放の有 無	構築費 (ハード)	構築費 (ソフト)	運営費 (ハード：年間)	運営費 (ソフト：年間)	地域公共 NW に接続 されている施設数
有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/>					
アプリケーション 基幹系業務 <input type="checkbox"/> 防災 <input type="checkbox"/> 医療 <input type="checkbox"/> 学校教育 <input type="checkbox"/> 生涯学習 <input type="checkbox"/> 図書館 <input type="checkbox"/> 保健福祉 <input type="checkbox"/> 研究開発 <input type="checkbox"/> 交通 <input type="checkbox"/> 観光 <input type="checkbox"/> 施設予約 <input type="checkbox"/> 電子申請 <input type="checkbox"/> その他 <input type="checkbox"/>					
地域の概要					
事業の導入背景と経緯					
事業の概要					
<p>技術試験の内容としては、空間多重技術である MIMO 技術及びアダプティブアレイアンテナ技術の活用によりスループットが向上することや無線アクセス可能な電波の到達距離が拡大することを検証する。また、実フィールドにおいて電波の伝搬特性を測定し、屋外における空間多重技術による伝送速度の向上と電波伝搬特性の関係を明らかにする。</p> <p>さらに、屋内及び屋外でのサンプル測定を行うことで、アンテナの設置環境による違いを明らかにするものである。</p> <p>具体的には、以下の 3 つの試験を実施することとする。(下図)</p> <p>ア MIMO(Multi Input Multi OutputまたはMultiple Input Multiple Output)の無線伝搬特性試験</p> <p>イ MIMO 技術を適用した無線 LAN の伝送試験</p> <p>ウ アダプティブアレイアンテナ技術を適用した無線 LAN 試験</p>					

システム構築に当たって工夫（苦勞）した点

利用状況、利用者の声

(1) MIMO の無線伝搬特性試験（送信アンテナ 4 本×受信アンテナ 4 本）

- ア 基地局高を高くすることにより、受信レベルは改善される。
- イ 屋外で移動しながら測定（測定地点のほとんどが見通し外）する環境では、MIMO 技術による高速化の改善効果は、測定コース全体を平均して約 2 倍発揮される。
- ウ 端末局のアンテナを建物に固定して測定（測定地点のほとんどが見通し内）する環境では、MIMO 技術による高速化の改善効果は、約 1.5 倍発揮される。また、送受信ダイバーシチも含めた広義の MIMO では、これよりも格段の改善効果が得られると推測される。
- エ 伝送速度の向上という観点では送信と受信間で極力見通し内環境にするのが望ましい（例えば、端末局のアンテナ高さは 9 m 以上、基地局アンテナの高さは 15m 以上）。
- オ 基地局、端末局ともアンテナの高さを下げてチャネル相関を小さくしても、電波の強さである固有値も小さくなり、周囲に有効な反射物がないと総体的に MIMO 技術の効果が少なくなる。
- カ 端末局のアンテナを建物内に設置してアクセスする環境では、MIMO 技術による高速伝送の効果は、見通し内環境で最大約 2.7 倍、見通し無しの環境では最大約 3.5 倍と十分に発揮される。
- キ 端末局のアンテナ間隔に対して基地局のアンテナの間隔の方が、MIMO 技術による改善効果において影響が大きい。

(2) MIMO 技術を適用した無線 LAN の伝送試験（送信アンテナ 2 本×受信アンテナ 3 本）

- ア 基地局との見通しがある 400m の範囲では 2Mbit/s 以上のスループットで、基地局との見通しがない住宅地域においても最大で 18.4Mbit/s のスループットで、TCP/IP のインターネット接続が可能である。
- イ 基地局との見通しがある地点においては、UDP/IP 及び TCP/IP 接続で約 40% スループットが向上する場所が存在し、受信環境により MIMO による高速化の効果が顕著に現われ、通信エリアの拡大も実現されている。
- ウ 基地局との見通しが無い地点においては、有効な反射波が存在しないと MIMO による高速化効果が得られにくい。
- エ アンテナ間隔については、3 λ から 10 λ に変化させた場合、アンテナ間隔には依存しないで MIMO による高速化の効果が安定して得られる。

(3) アダプティブアレイアンテナ技術を適用した無線 LAN 試験（送信アンテナ 4 本×受信アンテナ 4 本）

- ア 見通し内の環境においては、受信アンテナの本数を 3 本以上にすることで、受信アダプティブアレイ効果が約 2 倍得られる。
- イ 見通し内の環境において、スループットを 5 Mbps 確保するとした場合、受信アンテナ 1 本に対して、受信アンテナを 4 本のアダプティブアレイとすることで理論的には約 2.4 倍の距離延長が可能である。
- ウ 見通し内環境においては、送信アンテナを 1 本から 4 本に変化させても送信選択ダイバーシチ効果は現われない。
- エ 見通し外の環境においては、受信アダプティブアレイ効果で最大約 3 倍及び送信選択ダイバーシチ効果で最大約 2 倍のスループット向上が得られる。
- オ 見通し外の環境において、スループットを 5 Mbps 確保するとした場合、受信アンテナ 1 本に対し

て、送信アンテナと受信アンテナを4本とすることで理論的には約1.5倍の距離延長が可能である。

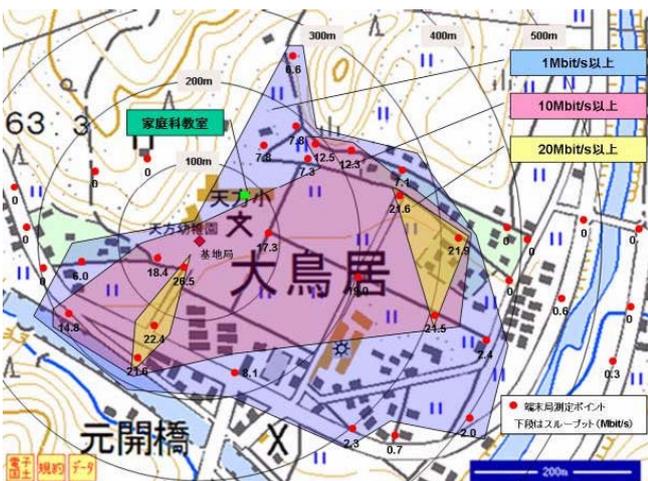
現在の課題と当面の計画

財源（構築費）及び活用した支援策

システム概要（無線通信回線を含む）



MIMO 伝搬特性の測定場所

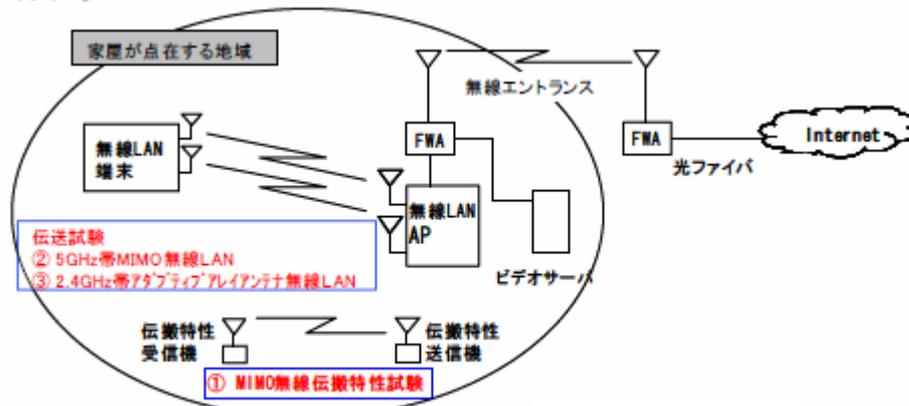


MIMO 技術を適用した無線 LAN の伝送試験測定場所



アダプティブアレイアンテナ技術を適用した無線 LAN 試験測定場所

機器構成



その他
本件に関する参考資料
総務省東海総合通信局HP： http://www.tokai-bt.soumu.go.jp/ict_tokai/kenkyuukai/mimo.html デジタル・ディバイド解消に向けた無線ブロードバンドシステム高機能化に関する検討会
連絡先
総務省東海総合通信局無線通信部企画調整課 〒461-8795 名古屋市東区白壁1-15-1 TEL 052-971-9143

番号	都道府県名	市町村名	導入時期	条件不利地域指定	過疎■ 辺地■
6-17-2	鹿児島県	薩摩川内市	平成 17 年 10 月 7 日～平成 18 年 1 月 10 日	離島■ 半島□ 山村□ 特農□ 豪雪□	
実施形態	主要技術項目				
実用□ 実験■	有線□	通信方式	伝送速度	心線数	総延長
所有形態	無線■	周波数等	伝送速度	最長対向距離	無線局数
自営□ 借上□ 混合□		5GHz 帯	(仕) 6,9,12, 18,24,36, 48,54Mbps	26.6Km	基地局 1 局 加入者局 5 局
		18GHz 帯	(仕) 26,156Mbps (実) 24.4～ 214.5Mbps、 98.4～ 98.5Mbps		
	衛星□	トラポン数	伝送速度	アップリンク	ダウンリンク
開放の有無	構築費 (ハード)	構築費 (ソフト)	運営費 (ハード：年間)	運営費 (ソフト：年間)	地域公共 NW に接続 されている施設数
有□ 無□					
アプリケーション 基幹系業務□ 防災□ 医療□ 学校教育□ 生涯学習□ 図書館□ 保健福祉□ 研究開発□ 交通□ 観光□ 施設予約□ 電子申請□ その他□					
地域の概要					
事業の導入背景と経緯					
低コストで離島のブロードバンド化を実現するため、離島・本土間に 18GHz 帯無線システム（以下 18GHz 帯 FWA）を利用した離島向けブロードバンド回線及び 5GHz 帯無線 LAN によるアクセス回線を構築し、当該システムの有効性を確認するとともに、様々な場面での改善手法について検討する。					
事業の概要					
18GHz 帯 FWA を用いて薩摩川内市京泊集会所～甕島館の長距離（26.63km）に無線回線（併せてバックアップ用として ISDN 回線を利用するシステム）を構築し、離島におけるブロードバンド環境構築に対する 18GHz 帯 FWA の有用性について実証実験、評価を行った。 本実験回線には、18GHz 帯 FWA（156M、32QAM）と 18GHz 帯 FWA（26M、4PSK）を設置してブロードバンド回線を構築すると共に、マルチパスフェージングの発生を想定し、スペースダイバシティ（SD）の効果検証用として、京泊集会所側に 18GHz 帯 FWA（156M）SD 用アンテナを設置した。					

本実証実験で測定したフィールドデータは以下の通りである。

- ・ 無線装置：スループット、受信レベル、送信出力、BER、受信波形
- ・ 気象条件：降雨強度、潮位、海面状況、風速

また、回線断時間から実験期間中の回線不稼働率を求め、離島回線向け回線としての有効性について調査、検討を行った。

なお、加入者系に利用した5GHz無線LANに関しては周波数特性の観点及び過去の実証実験から降雨等の大気による影響が少なく安定した伝送路確保ができることが確認されている。このため、モニタ宅とのインフラ環境の構築を主目的とするため今回の実証実験の評価対象外としている。

フィールドデータは、平成17年10月7日～平成18年1月10日の期間において測定を実施した。

システム構築に当たって工夫（苦勞）した点

利用状況、利用者の声

平成17年10月7日から平成18年1月10日までの約3ヶ月間の測定の結果、SD環境による対策がない場合は、京泊受信の回線稼働率は156Mで約99.07%、26Mで約99.8%だったが、受信環境をSDにすることによって、156Mでも99.85%の回線効率が得られた。

また、降雨の影響について検討するため、降雨があった時間帯をSD環境して受信した場合の回線稼働率を算定した結果、99.87%となって、参考として算出した回線設計の稼働率99.94%に近い値となった。ただし当該計算値は遠距離であるため、参考としての値である。

10GHz帯以上の周波数帯を使用する無線システムは、電波の性質上、降雨により受信レベルが低下しエラーが発生するとした特徴を有するが、本実証実験では、降雨が記録されていない時間帯にも瞬時的に発生するマルチパスフェージングによるエラー多数記録された。

なお、本実証実験では、設置場所の制約から必ずしもマルチパスフェージングの影響を排除しきれない環境下でシステム構築せざるを得ないこと等、実利用を想定して実施されたものである。

実験の個別観測によりマルチパスフェージングによるエラーの特徴としては、つぎのことが挙げられる。

- ① 受信したスペクトル波形をスペクトラムアナライザで観測したところ、時間の変化と共に歪みが生じることを確認
- ② 風が強くと波高が大きく変化する日に、エラーの発生する頻度が低くなる

また、本海域は大型船の航路に当たっており、海上を走行する船舶による遮蔽も確認された。

こうしたことから、本実証実験の評価では、船舶による遮蔽を排除した上で、降雨、マルチパスフェージング（海上反射）各々の事象に切り分けて評価を行った。

降雨によるエラーについては、エラーの継続時間を調査した結果、数十秒間連続的に発生するエラーが確認された。このようなエラーはブロードバンド回線における各種サービスに対して影響を与える可能性がある。

本実験での降雨によるエラーは、測定の結果から全体の0.13%であったが、長時間のエラーの対策として、バックアップ回線としてISDN回線を設けており、無線区間がエラーとなった場合にISDN回線に切替制御を行った。実験の結果、切替えのタイミングについてはマルチパスの影響等、回線の特

徴に配慮して設計する必要があることが分かった。

本実証実験の無線区間は26.63kmと長距離であり、18GHz帯FWAの通常使用範囲である100kmを越えている。そのため、マルチパスの影響等、従来の回線設計手法をそのまま適用できない可能性がある。

マルチパスフェージングによるエラーについては、想定されていた以上の頻度での発生が確認されたが、スペースダイバシティ環境で構築することにより、影響のほとんどを排除できることが確認された。なお、当該実証実験でMAIN側アンテナとSUB側アンテナの同時に発生するエラーを抽出して考察した結果、約0.8%回線稼働率の向上が確認された。

回線品質を向上させるための手法として、スペースダイバシティ、アンテナ口径及びアンテナ設置海拔高を上げる等の方策について実験データ及びシミュレーションにより検討した。なお、アンテナ口径や海拔高を上げることは効果的であるものの、コストが急激に高くなることが想定され、回線に必要とされる信頼度とネットワーク構築コストとのバランスを考慮してシステム検討することが重要である。

回線品質の各種サービスへの影響について、マルチパスフェージングによる瞬間的なエラーが、Web閲覧や動画伝送等の各種サービスへ及ぼす影響について実験を行った。

実験の結果、HTTP、FTPについてはパケットの再送制御が行われるため実用上問題無いことが確認された。一方、動画伝送やVoIP等のUDPについては、映像や音声の飛びが発生するもののセッションは確立されたままで、エラーが無くなり次第正常復帰が可能であることが確認された。

なお、電話やFAX等、使用帯域は少ないが緊急性を要する用途については、有線側へ通信を振り分ける等、常時使用可能な状態に保持しておくことが重要である。

また、インターネット利用における各種サービスを想定した場合、離島側にキャッシュサーバを準備しておく等、システムとしての対策が利便性を向上させるために有効と考えられる。

ブロードバンド回線の構築に18GHz帯FWAを使用する場合、大容量伝送が可能な156M装置の適用が望ましいが、受信レベル対BER特性、及びATPC機能に関する考察からも確認されたように、降雨等によるエラーへの耐性という点で26M装置にも利点があった。そのため、使用する無線装置の選択については、使用する帯域と回線に要求されるエラー耐性により、使い分けすることが望ましい。

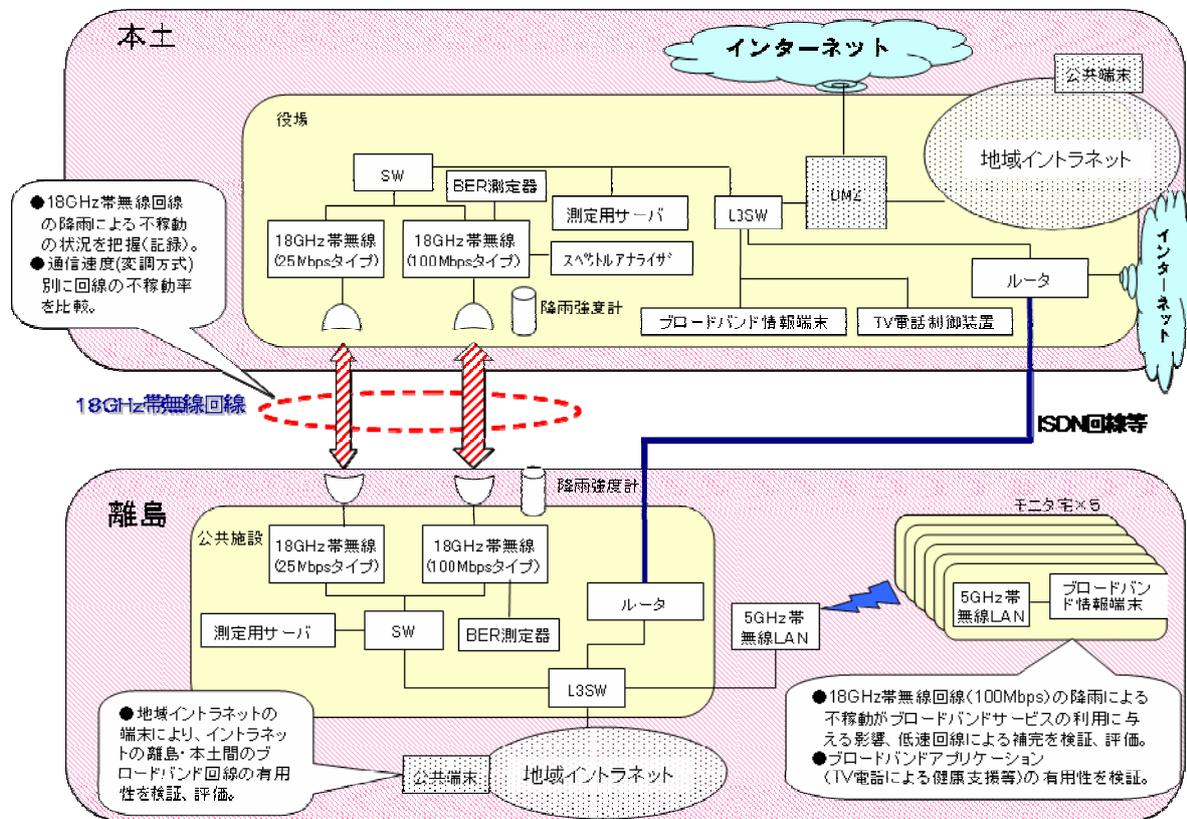
現在の課題と当面の計画

財源（構築費）及び活用した支援策

システム概要（無線通信回線を含む）



機器構成



その他

・ 18GHz帯FWAの実用性評価

本実証実験の評価結果を基にインターネット閲覧等の各サービスの実用性評価を以下に示す。

(1) インターネット閲覧/ファイル転送

今回の18GHz無線システムの回線評価結果より、回線エラーの発生状況より約1秒内の瞬間的なエラーがほとんどである。これにより、HTTP/FTPプロトコルを利用するインターネット閲覧に関して回線エラー時パケットの再送制御が働くため、一時的な表示遅延が発生するものの実用上問題無くサービス提供が可能であると考えられる。

(2) インターネット映像閲覧

リアルタイム性のあるインターネットLive映像の閲覧に関して短時間のエラーが発生すると映像の飛び、もしくはブラックアウトとなって映像が一時的に途切れてしまう現象を確認した。また、エラーが無くなった際には自動的に映像が復旧することも確認した。しかしながら降雨による長時間の回線エラーが発生した場合、自動的に映像復旧が行われない場合がある。このため、議会中継等公的サービスへの提供には課題がある。

(3) VOIP

IPによる音声通話に関して短時間のエラー発生は一瞬の音声の途切れを確認した。エラーが無くなった際には通話セッションが確立されたままの状況であれば通話の継続は可能であった。映像閲覧同様降雨による長時間の回線エラーが発生した場合、通話セッションが切れる場合があり通話の継続が不可能な場合がある。このため、公的サービスへの提供には課題がある。

以上の評価を踏まえ本実証実験環境において離島住民へのブロードバンドサービスとしてインターネット閲覧の利用に関しては実用上特に問題無いと考えられる。

・ 18GHz帯FWA

スループット測定の結果、18GHz帯FWA(156Mbps)については98Mbps以上、18GHz帯FWA(26Mbps)については、24Mbps以上のスループットを確認した。

これらの結果から、18GHz帯FWA(156M)は有線の100BASE-TXの性能を満足しており、島嶼地区のような条件不利地域においても、光ファイバに代表される有線インフラと同等のネットワーク構築が可能と考えられる。

なお、18GHz帯FWA(156M)装置の伝送速度は最大156Mbpsであるが、本実証実験では100BASE-TXの1ポートを100Mbpsと設定して測定を行っている。

スループット測定結果

	上り回線 (京泊側受信レベル: -55dBm)	下り回線 (甌島側受信レベル: -52dBm)
18GHz帯FWA (156M)	98.5Mbps	98.4Mbps
18GHz帯FWA (26M)	24.4Mbps	24.5Mbps

※スループット値は数回測定した値の平均値を記載

- ・一般的に10GHz帯を超える周波数帯では降雨による減衰する特徴を持つ。
- ・平成17年12月20日の測定データを見てみると、降雨が一切測定されていないにも関わらず、受信レベルの低下、並びにエラーが発生している。また、潮位減衰理論値と受信レベルの変移を比較してみると、一日単位の広い範囲での傾向としては、ある程度の関連性が見られる。

- ・一日単位での測定データを見てみると、以下の事象が確認できる。
 - ・短時間での受信レベル変動が大きい（期間全体では一つの山として見える部分でも、一日単位で見るとさらに細かい変移をしている）
 - ・受信レベルが受信限界レベル（18GHz帯FWA（156M）の場合-76dBm）まで落ち込んだのはわずかである
 - ・BERグラフより、一度のエラー時間は短時間である

- ・降雨に関する事項として、18GHz帯FWA（26Mbps）に実装されているATPC機能の考察を行う。

本実証実験では、甌島側の装置のみATPC機能を有効とし、降雨があった際に自動的に送信出力が増加し、降雨減衰の影響を軽減させた。そこで、ATPC機能の有無による特性の相違を検証すると甌島側の送信出力が増減している様子がわかる。合わせてのBERを確認してみると、京泊側のBER特性が甌島側と比較して改善されており、ATPCの効果が表れていると考えられる。

- ・スペースダイバシティ環境下においても発生するエラーは、降雨減衰によるものが支配的

- ・受信レベルの変化やエラーの発生が潮位の大きな変化だけでは無く、波高による波の高さの変化に影響されると予測され、潮位から回線品質の傾向を把握することは困難である。

- ・海面が風の状況で、反射波が常に一定方向からアンテナに入ってくる場合には、マルチパスフェージングの影響が大きく、逆に波が高く常に変動する場合には、反射波も常に反射点変動してアンテナに減衰して到達することでマルチパスフェージングの影響が小さくなると推測される。

- ・降雨時間以外に発生したエラーの内、SD適用時のエラーは少数であることが分かる。これより、降雨時間以外に発生したマルチパスによるエラーの大部分は、SDの適用により削除することができると言える。

- ・物理的に離れた位置にアンテナを併設することにより、片方のアンテナの受信特性が劣化した場合でも、もう一方のアンテナにて受信を行い、回線品質を保持することができる。この時、SUBアンテナの設置位置は、MAINアンテナの受信特性に対して逆位相になることが望ましい。

- ・アンテナ口径を大きくすることにより、アンテナ利得も上がるため、回線稼働率は高くなり、156Mbpsの回線の場合、60cmφと120cmφの不稼働率の差は、時間に直すと1年間で79分である。

・アンテナ海拔高が高くなるにつれて最大値と最小値の周期（ハーフピッチ）の幅が狭くなり、かつ最大偏移量の値も小さくなること、また、アンテナ口径が大きくなるにつれて最大偏移量の値が小さくなることが確認できた。

よって、アンテナ海拔高を上げる、またアンテナ口径を大きくすることで、マルチパスフェージングの影響を軽減することができる。

ただし、図 5.27 の海拔高 15 m 時のようにアンテナ海拔高が低い場合には、アンテナ口径を大きくすることによる効果は小さいことが確認できる。

本件に関する参考資料

離島のブロードバンド化促進に関する調査研究報告書
（平成 18 年 3 月 総務省情報通信政策局地域通信振興課）

連絡先

総務省情報通信政策局地域通信振興課
〒100-8926 千代田区霞が関2-1-2
TEL 03-5253-5756