

平成19年度情報通信月間参加行事
ワイヤレスブロードバンド全国セミナー2007
～無線を活用したブロードバンド整備の新戦略を考える～

総務省の地方総合通信局の取組
(事例発表資料 第1部)

① 北海道総合通信局	.....	1
② 東北総合通信局	.....	17
③ 北陸総合通信局	.....	23
④ 中国総合通信局	.....	35
⑤ 四国総合通信局	.....	45

「条件不利地域における ワイヤレスブロードバンド構築 に関する調査検討会」

平成19年6月6日

「条件不利地域におけるワイヤレスブロードバンド構築に関する調査検討会」座長
北海道東海大学 情報教育センタ所長 上瀧 寛

調査検討会の概要 I

1 調査検討会の名称

「条件不利地域におけるワイヤレスブロードバンド構築に関する調査検討会」

2 調査検討会の目的

無線技術を活用したブロードバンドシステムを構築し、フィールド通信試験を行い、技術的条件の検証及び条件不利地域におけるデジタル・ディバイド解消に向けた、具体的な導入条件や導入モデル等を検討すること。

3 調査検討期間

平成18年8月24日から平成19年3月31日まで

調査検討会の概要Ⅱ

4 調査検討項目

- 地域における最適システムの検討、導入にあたっての課題等を検討
- WiMAX試験システムの検討・設計
- 電波伝搬特性の検証（降雪及び長距離海上による影響等について）
- 試験システムによる各種アプリケーションの検証
- その他必要な事項

5 実証試験（詳細は別紙）

期間：平成19年2月1日～平成19年3月28日まで

場所：稚内市、礼文町

6 調査検討期間

平成18年8月24日から平成19年3月31日まで

2

調査検討会の概要Ⅲ

7 調査検討会構成員

座長	北海道東海大学 上瀧 實 情報教育センター所長
副座長	稚内北星学園大学 情報メディア学科 金山 典世 教授
構成員	北海道（企画振興部情報政策課） 稚内市（総務部IT推進課） 礼文町（総務部総務課） 日本電気（株） 北海道総合通信網（株） 東日本電信電話（株） パナソニックSSエンジニアリング（株）
事務局	北海道総合通信局無線通信部企画調整課

3

実証試験の概要について

4

実証試験の目的

本実証試験では、有線によるブロードバンドサービスの提供が困難な地域において、これに代わるサービスの提供システムとして期待されているWiMAX(※)、WiFiによる無線システムを構築し、インターネットに接続しながらシステムの受信レベル、誤り率、電波干渉等の技術的条件の検証を行います

※ WiMAXとは、

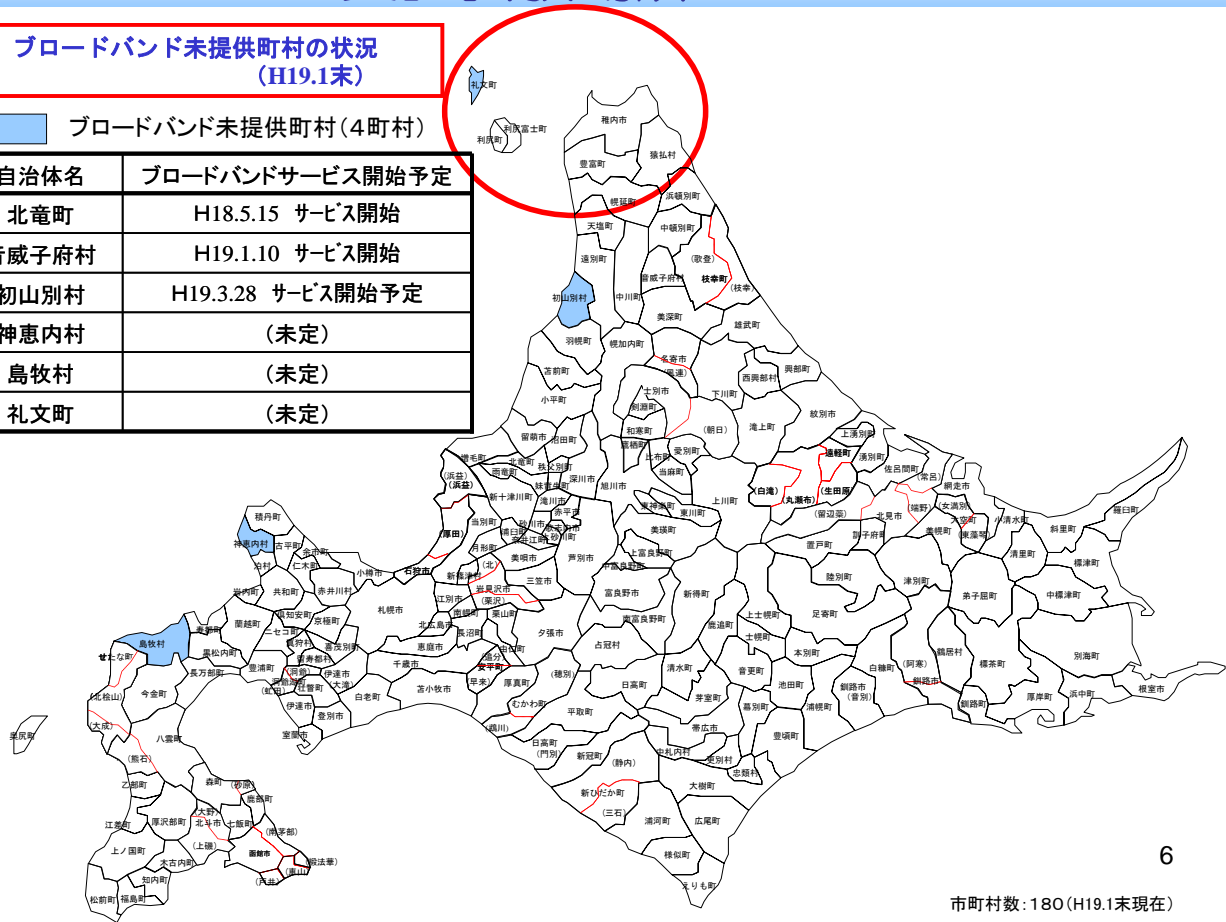
Worldwide Interoperability for Microwave Accessの略語で、ユーザーの端末と無線基地局との間の中長距離をマイクロ波を利用してアクセスし、ブロードバンド利用環境を構築するシステムです。

実証試験場所

ブロードバンド未提供町村の状況
(H19.1末)

ブロードバンド未提供町村(4町村)

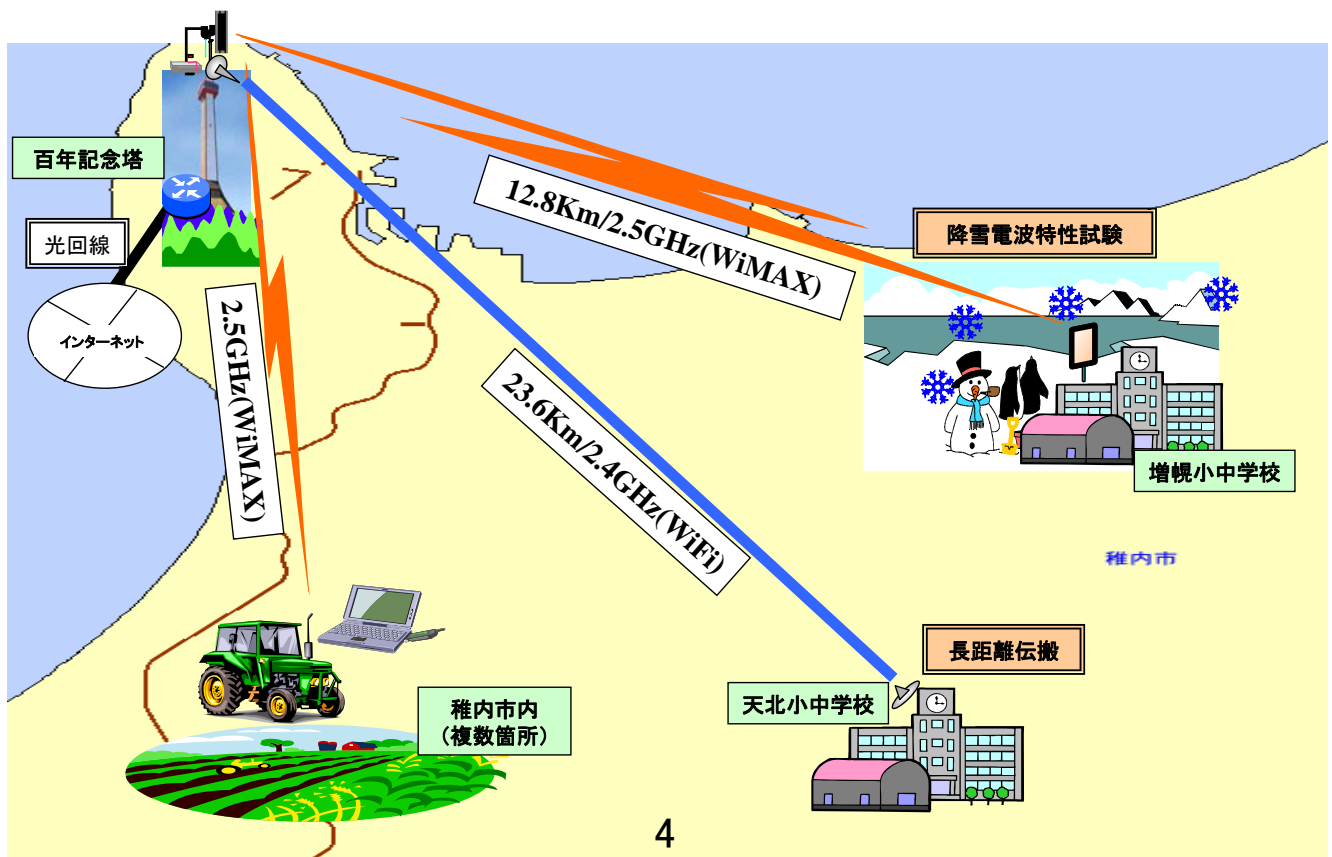
自治体名	ブロードバンドサービス開始予定
北竜町	H18.5.15 サービス開始
音威子府村	H19.1.10 サービス開始
初山別村	H19.3.28 サービス開始予定
神恵内村	(未定)
島牧村	(未定)
礼文町	(未定)



6

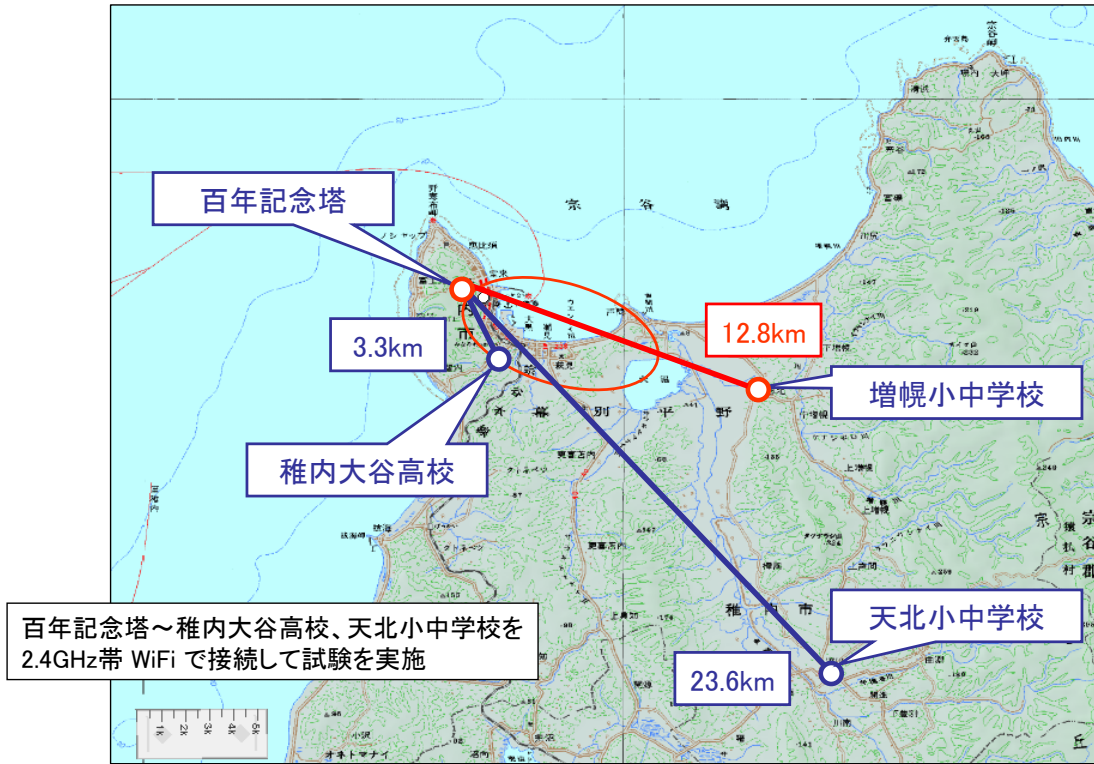
市町村数: 180 (H19.1末現在)

実証試験イメージ (稚内市)



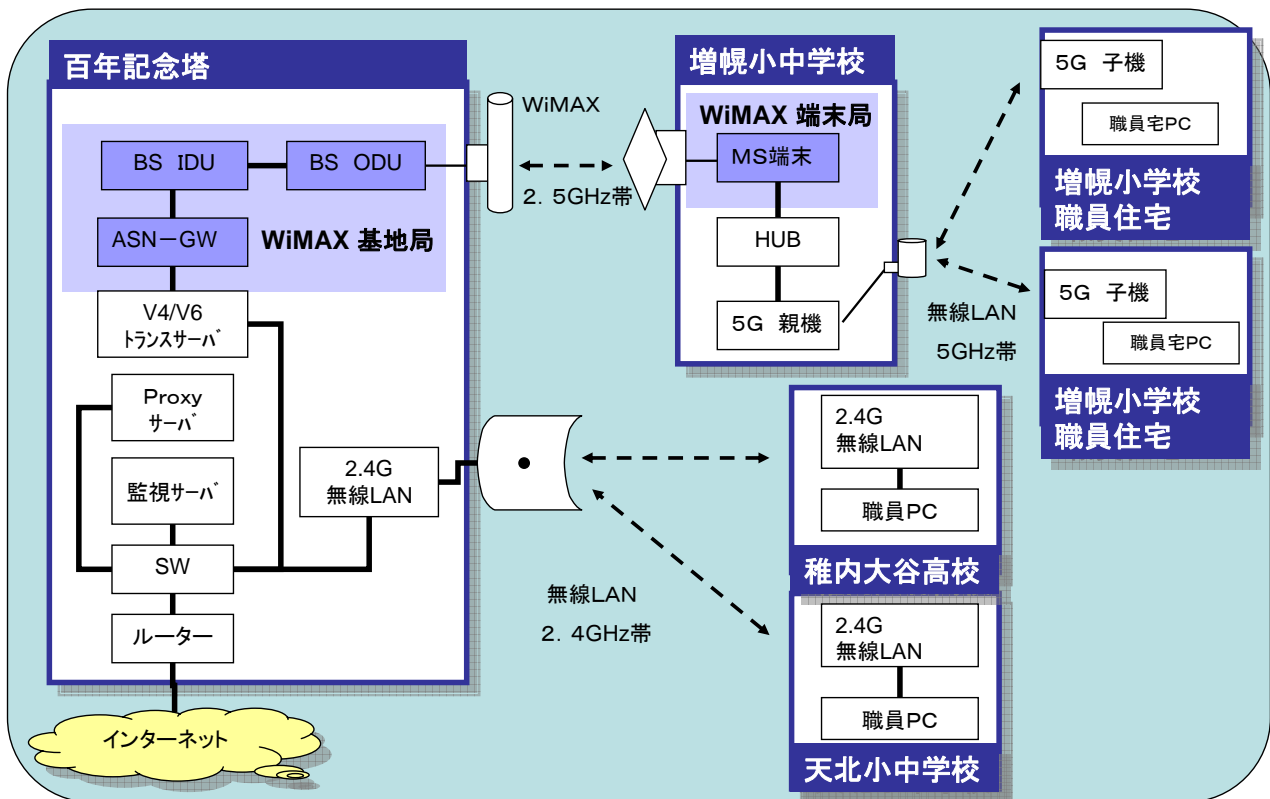
4

試験場所



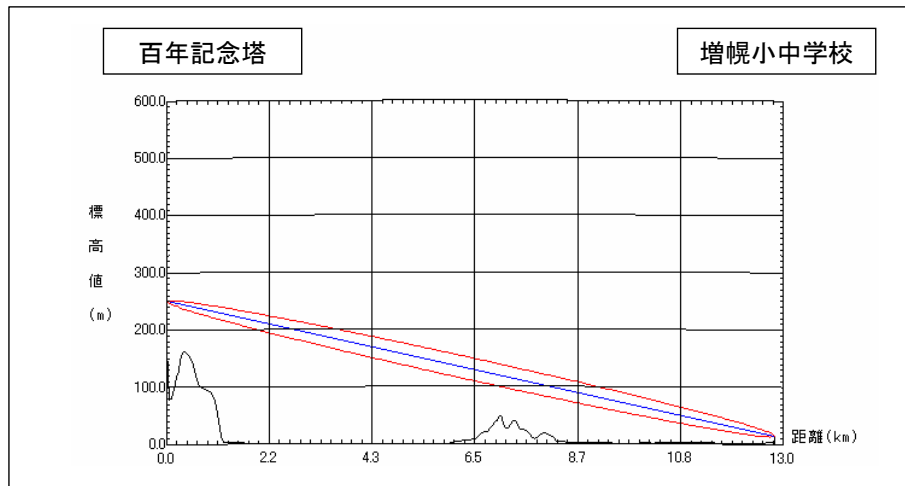
8

試験構成



9



回線プロフィール




局名	百年記念塔	増幌小中学校
経度	東経 141度 39分 47秒	東経 141度 48分 52秒
緯度	北緯 45度 25分 00秒	北緯 45度 22分 22秒
標高 (m)	170.0	5.0
アンテナ高 (m)	80.0	10.0
方位角(仰角) (度)	112.3 (-1.09)	292.4 (1.01)
距離 (km)	12.82	
自由空間損失 (dB)	-122.6	

10

WiMAX基地局諸元



項目	諸元
周波数帯域	2562.5MHz
変調方式	OFDM方式
インターフェース	100BASE-TX (RJ45)
最大送信出力	+38dBm
電源	IDU : AC-100V / ODU : DC-48V
消費電力	IDU : 199W / ODU : 278W
環境条件	IDU: +5°C ~ +30°C / ODU: ±0°C ~ +40°C
質量	IDU: 70kg / ODU: 30kg (アンテナ、取付金具除く)
外観	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>IDU 6</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>ODU 11</p> </div> </div>

WiMAX端末局諸元

項目	諸元
周波数帯域	2535～2605MHz
変調方式	OFDM方式
最大送信出力	+18dBm
環境条件	-5℃ ～ +50℃
質量	1kg
外観	

12

WiMAX用アンテナ諸元

項目	諸元	
	基地局用セクタ	端末局用セクタ
利得	14dBi ±1.0dB	17dBi +1.5/-1.0dB
水平面指向性	120度	18度
偏波	垂直偏波	垂直／水平偏波
コネクタ	N-J型	N-J型
外観形状	φ198mm×2000mm	400mm×400mm
質量	20kg	12kg
外観		

13

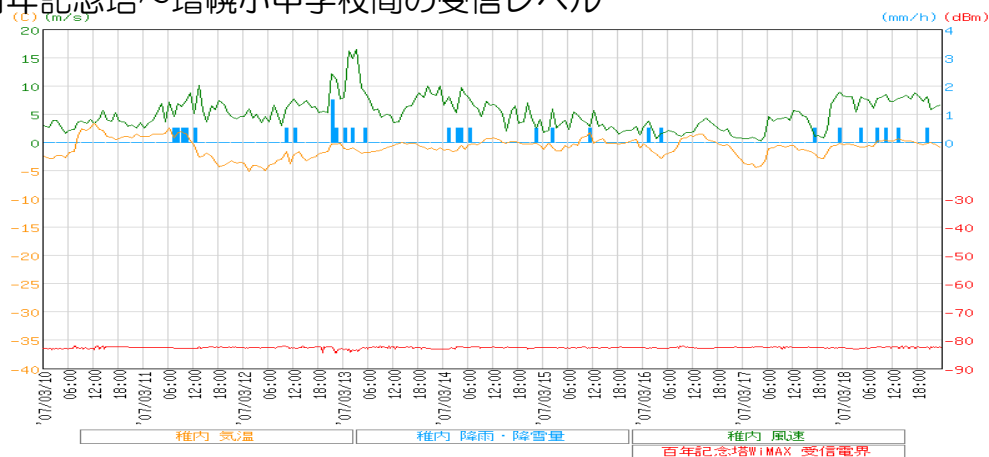
WiMAX(FWA)の実証試験

- 目的
 - WiMAXのFWA使用について、フィールド実験を行った結果から、北海道の厳しい冬期の気象条件の中で今後のブロードバンド利用の可能性について検証する
- 試験場所
 - 百年記念塔～増幌小中学校（12.8km）
- 期間
 - 2/1～3/18
- 評価項目
 - 無線機の受信レベル変化を測定すると共に、アメダスデータとの相関を取り、冬期における伝搬特性を検証する
 - スループットを測定し伝送特性を検証する

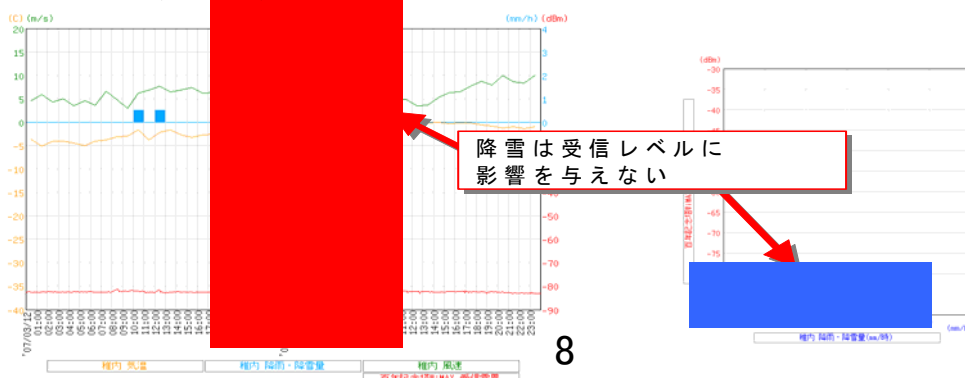
14

WiMAX(FWA)の試験結果

百年記念塔～増幌小中学校間の受信レベル



受信レベルと降雨／降雪量との相関関係



8

15

WiMAX(FWA)の試験結果

WiMAX(FWA)の回線速度測定結果

プロトコル	測定方向	端末局 置局場所			
		増幌小中学校 (12.8km)		稚内全日空ホテル (1.2km)	
		変調方式	スループット	変調方式	スループット
UDP	上り	QPSK 1/2	1.20 Mbps	QPSK 1/2	1.20 Mbps
	下り	16QAM 3/4	5.22 Mbps	16QAM 3/4	5.23 Mbps

※ 測定専用PC間で計測

※ 測定ツール「iperf」を使用

※ 1460バイトの packets を各プロトコルで10秒間送出し、
受信パケット数からスループットを算出

WiMAX(FWA)の試験結果

- ☆ 気象条件に左右されず、安定した性能を記録
- ☆ 回線速度は、距離による速度低下がなく、上り約1.2Mbps／下り約5.2Mbpsを記録

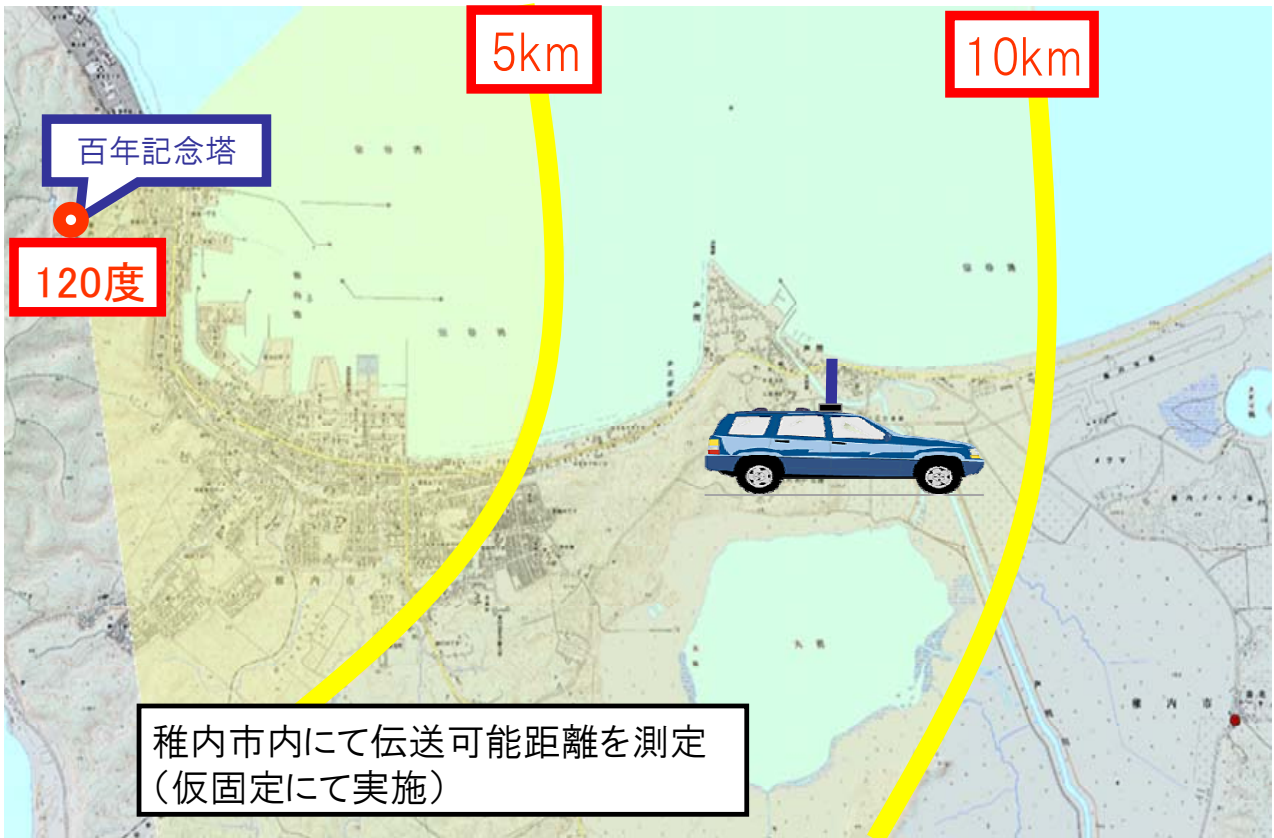
16

WiMAX(NWA)の実証試験

- ・ 目的
 - WiMAXの端末局を稚内市内の複数の場所に設置し適用範囲について検証する
- ・ 試験場所
 - 稚内市内
- ・ 期間
 - 3／中旬
- ・ 評価項目
 - 測定場所毎に無線機の受信レベルを測定し、適用範囲のエリア図を作成する
 - スループットを測定し伝送特性を検証する

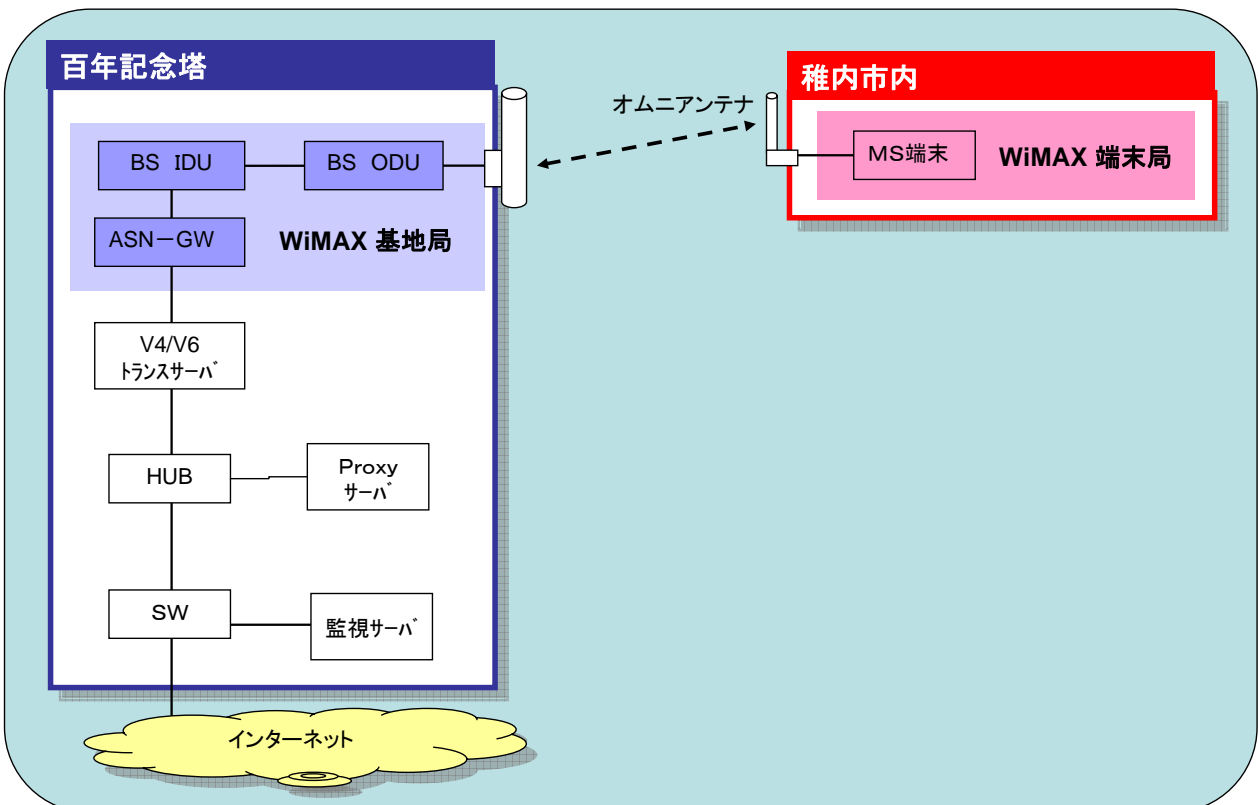
17

WiMAX(NWA)測定場所



※ WiMAX基地局:セクタアンテナ(120度)、 WiMAX端末局:オムニアンテナを想定

ネットワーク構成

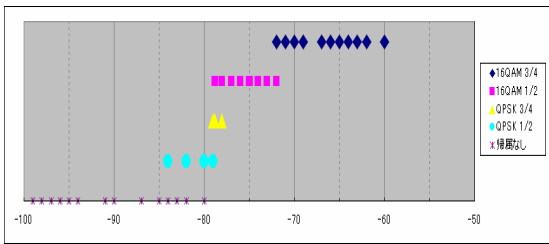


WIMAX(NWA)測定状況

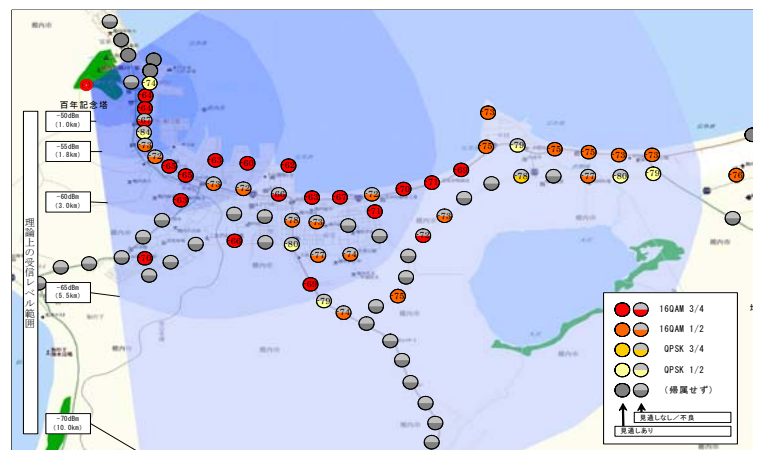


WIMAX(NWA)試験結果

端末局受信レベルと基地局側送信変調方式の相関関係



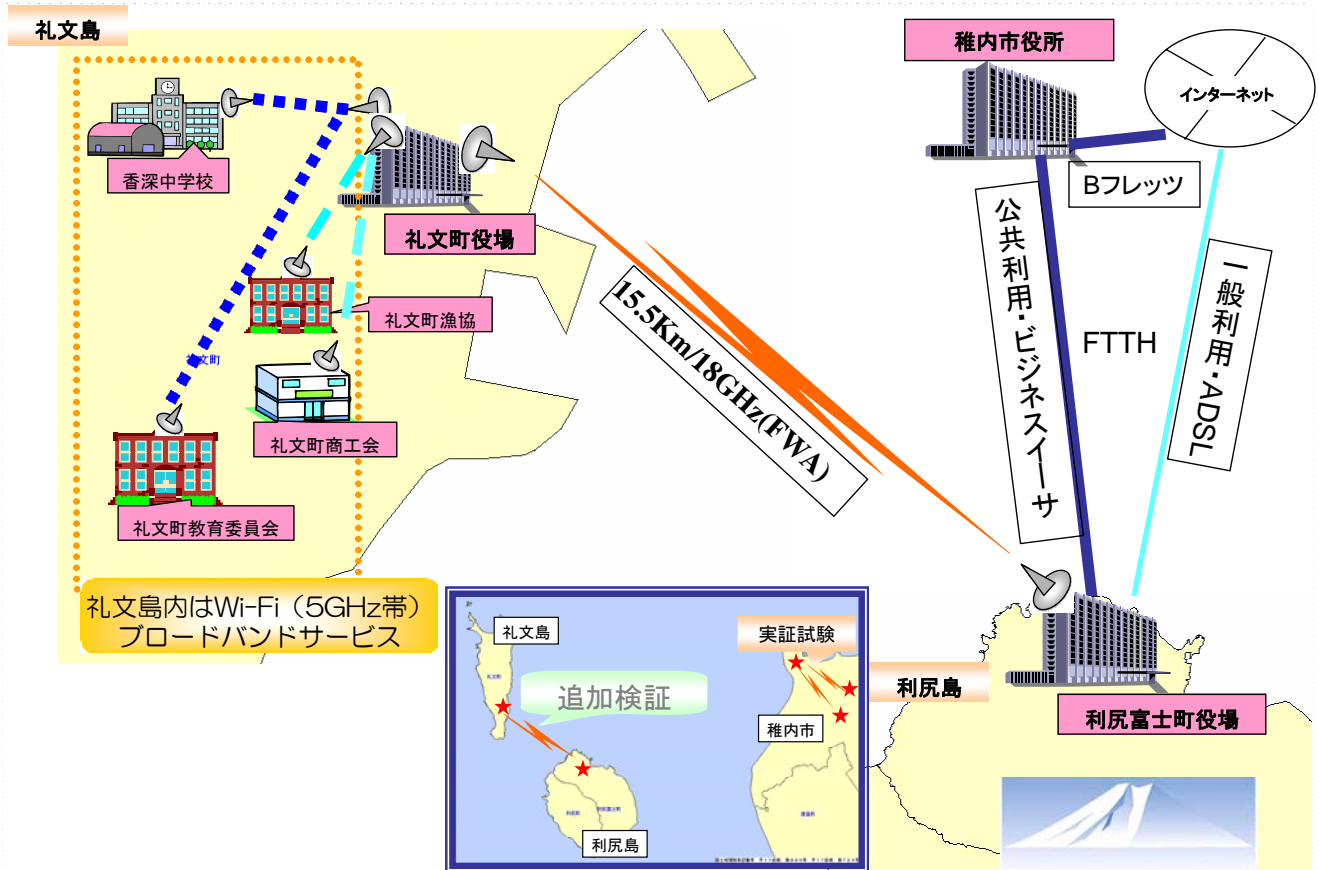
受信レベルの調査結果



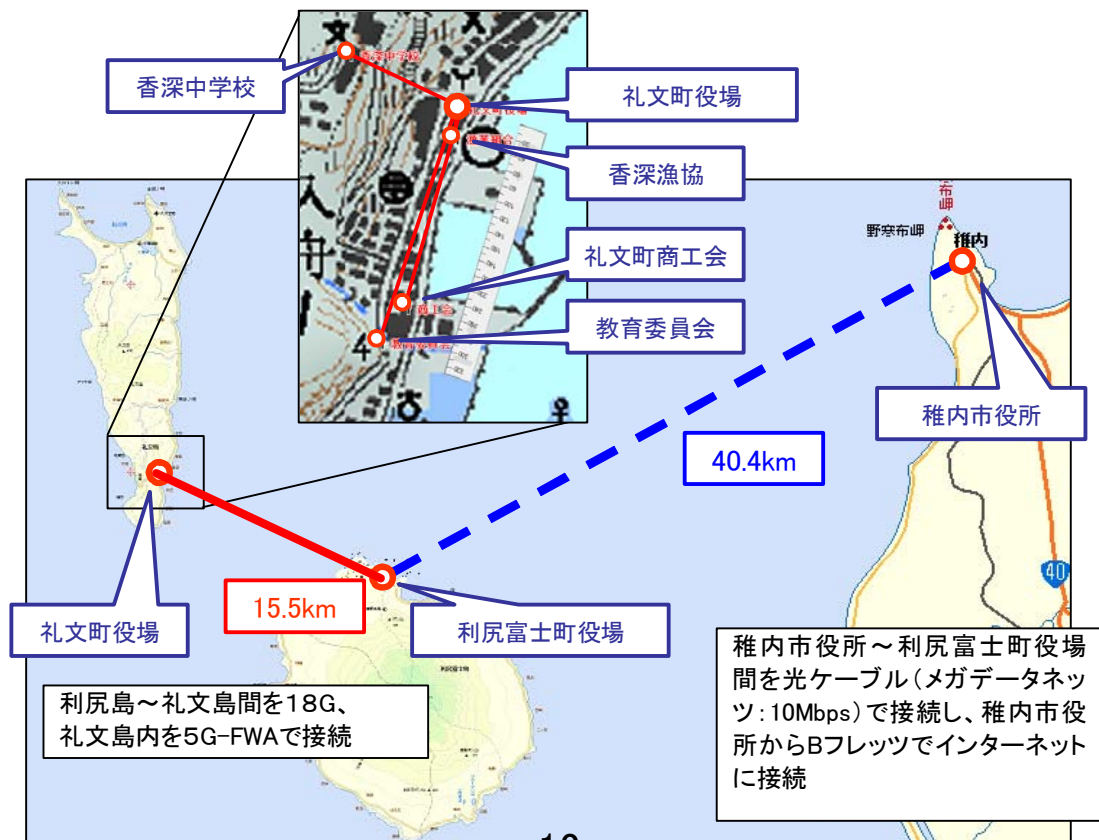
WiMAX(NWA)の試験結果

- ☆ 見通し可能エリアでは最長11Km程度まで通信が可能
- ☆ 見通し不可エリアでも、親局から近距離の場所や遮蔽物の位置から遠い場所では伝送が可能な場所を確認した。回り込み効果が期待できる。

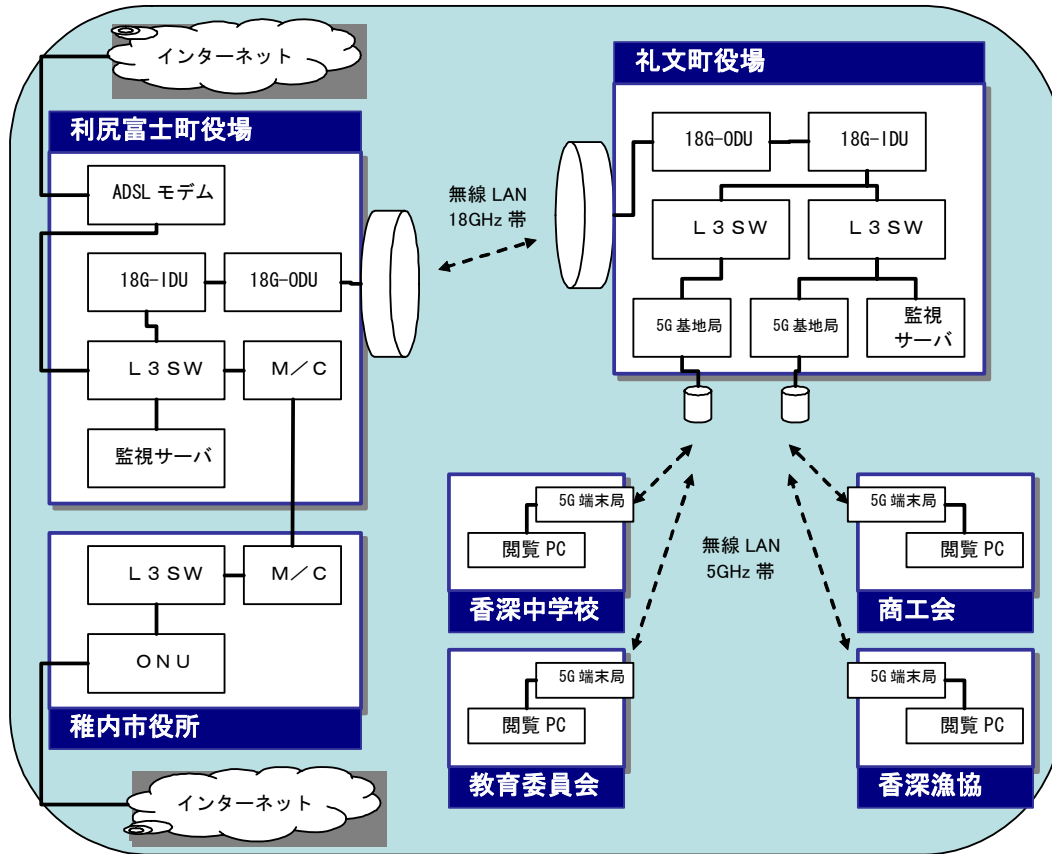
実証試験イメージ（礼文町）



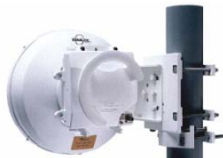

試験場所



試験構成



18GHz帯FWA諸元

項目	諸元
周波数帯域	18GHz帯
変調方式	32QAM方式
インタフェース	100BASE-TX (RJ45) × 2 または STM-1
最大伝送速度	156Mbps
最大送信出力	+18dBm
誤り訂正	有
電源	DC-48V
消費電力	55W typical (DC-48V)
ODU~IDUケーブル長	8D-FB (同軸) ケーブル300m以内
環境条件	IDU : - 5°C ~ + 50°C
	ODU : - 30°C ~ + 50°C
質量	ODU : 5kg、IDU : 5kg (アンテナ及び取り付け金具除く)
外観	 

18GHz帯FWAアンテナ諸元

項目	諸元
利得	44.7dBi
偏波	直線偏波
V SWR	1.3以下
交差偏波	30dB
半値幅	0.9度
F B比	72dB
質量	52.0kg
外観	

26

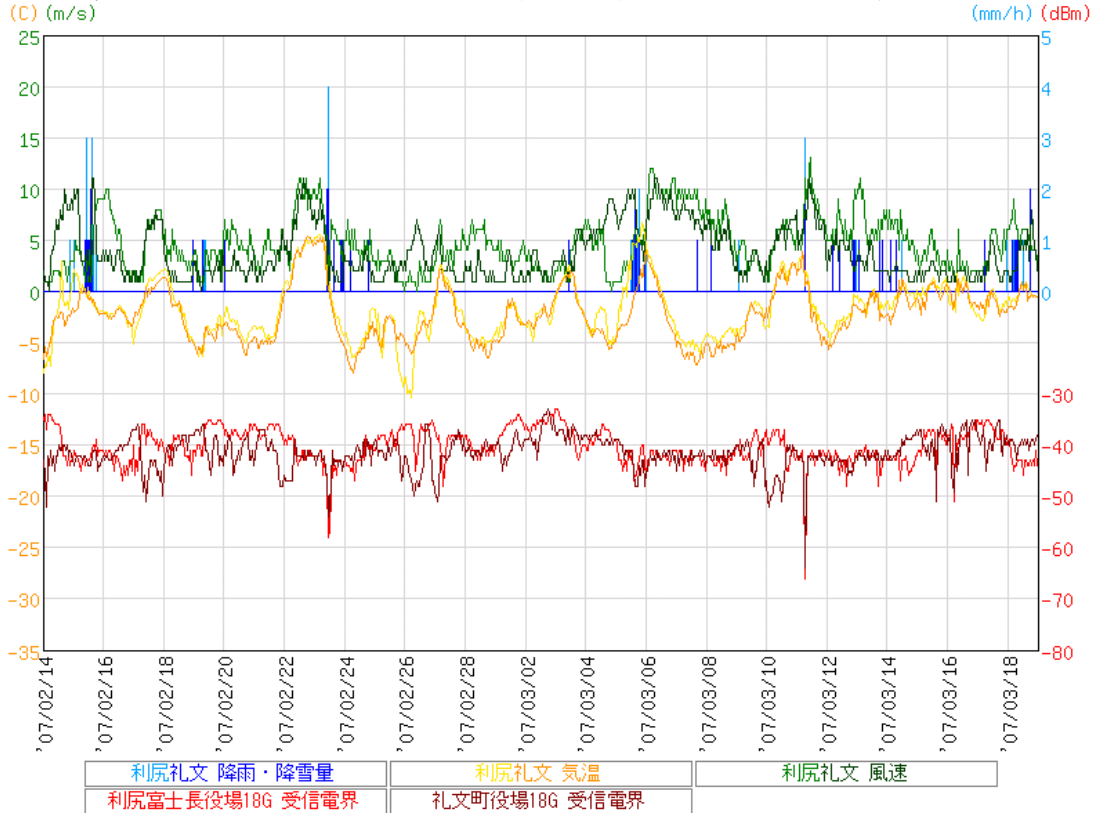
18GHz帯FWAの実証試験

- 目的
 - ワイヤレスブロードバンドシステムのアクセス回線として利用可能性について検証。
 - また、長距離海上伝搬における電波伝搬特性及び降雪の影響について検証。
- 試験場所
 - 利尻富士町役場～礼文町役場（15.5km）
- 期間
 - 2/22～3/18
- 評価項目
 - 無線機の受信レベル変化を測定すると共に、アメダスデータとの相関を取り、冬期における伝搬特性を検証する
 - スループットを測定し伝送特性を検証する

27

18GHz帯FWAの試験結果

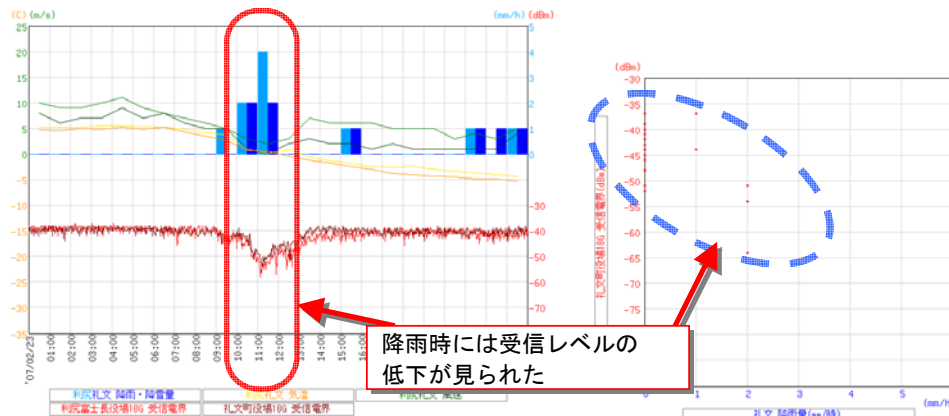
18GHz帯FWAの受信レベルならびに降雨・降雪量、気温、風速



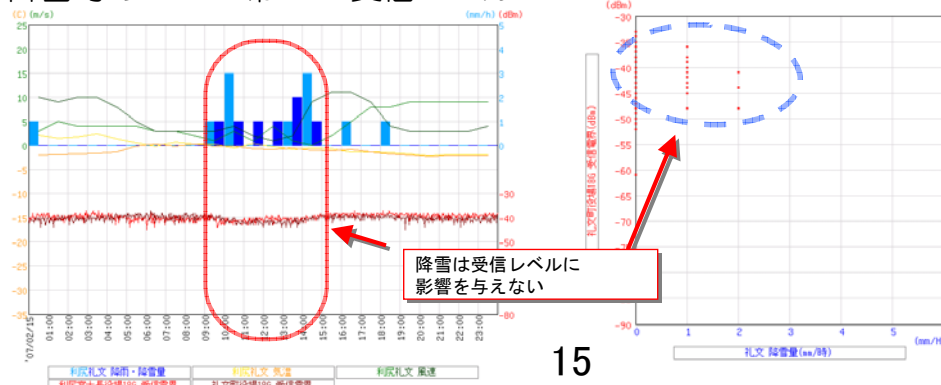
8

18GHz帯FWAの試験結果

降雨時の18GHz帯FWA受信レベル



降雪時の18GHz帯FWA受信レベル



15

29

18GHz帯FWAの試験結果

18GHz帯FWA回線速度測定結果

プロトコル	測定方向	Port 1	Port 2
UDP	利尻富士町→礼文町	97.32 Mbps	50.08 Mbps
	礼文町→利尻富士町	96.84 Mbps	49.25 Mbps

- ※ 利尻富士町役場／礼文町役場の測定サーバ間で計測
- ※ 測定ツール「netperf」を使用
- ※ 1460バイトの packets を各プロトコルで5秒間送出し、受信パケット数からスループットを算出
- ※ 本構成ではPort1に100Mbpsを、Port2に50Mbpsを割り当てた。

18GHz帯FWAの試験結果

- ☆ 降雨による受信レベルの低下が見られたが、回線断には至らなかった。また、降雪による影響は見られなかった。
- ☆ 光回線なみの大容量帯域を伝送可能で、かつ光ケーブル敷設と比較してコストも安価である。
- ☆ 降雨量が少なく降雪量が多い北海道では回線の安定性も高くなることが予想され、本島～離島間、島嶼間などを結ぶ長距離伝送区間において有効。

ブロードバンドゼロ地域解消に向けて

解消に向けたポイント

☆ ワイヤレスブロードバンドの優位性

有線系ブロードバンドに比較し

- (1) 設置期間が短期間
- (2) 設備費用が低廉

※設置場所等の状況により有線系が有利な場合があります。

☆ 導入に向けて

条件不利地域において、ネットワークを構築する場合は、地域特性に応じて有線・無線双方の特徴を活かし、組み合わせて使用するなど多様なネットワークの構築が必要。

特に、既存の光ネットワーク(地域イントラネット等)と組み合わせる等によりコストの低廉化が重要。

解消に向けてのイメージ



「モバイルWiMAXを活用したラストワンマイル解決の検討について」

平成19年6月6日

最新の電波利用技術を活用したブロードバンド・ゼロ地域の解消に関する調査検討会

総務省東北総合通信局

調査検討の概要

目的

◆ラストワンマイルを解決する有線ブロードバンド代替システムとしての広帯域移動無線通信システムの可能性を調査検討し、中山間地等の条件不利地域におけるデジタル・ディバイドの解決に資することを目的とする。

方法

◆産学官による調査検討会を設置し、調査検討を行う。(検討会に作業部会を置き、調査検討に係る作業を行う。)
名称:最新の電波利用技術を活用したブロードバンド・ゼロ地域の解消に関する調査検討会
座長:安達 文幸(東北大学大学院教授) 作業部会主査:中瀬 博之(東北大学電気通信研究所准教授)
期間:平成18年7月26日から平成19年3月31日まで

調査検討の実施

調査検討の対象

情報通信審議会・広帯域移動無線アクセスシステム委員会において有線ブロードバンド代替システムとして想定している広帯域移動無線アクセスシステムについて

- 1 条件不利地域における加入者系アクセス系回線として固定的利用の有効性を確認
- 2 条件不利地域の多様な地理的条件下に当該システムを構築し、ブロードバンド回線のラストワンマイルとしての利用可能性を検証
- 3 多様な利用環境に応じてモバイル無線アクセス網としての利用可能性を検証

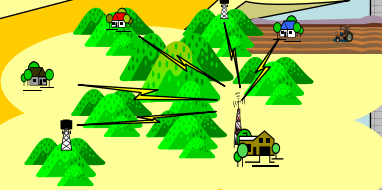
広帯域移動無線アクセスシステムの利用可能性を検証するため実証実験を実施【東北管内の条件不利地域に無線によるブロードバンド環境を試験的に構築し、調査を実施】

1 電波伝搬調査(地理的要因に伴う電波伝搬特性の調査)

- 調査項目:電界強度測定、BER測定
- 調査・検証の内容
- ①降雨・降雪時の影響調査・検証、②樹木等の影響調査・検証、③理論値と実測値の比較・検証

2 異種ネットワーク(システム)の相互接続性の確認

- 調査項目:スループットの異なるシステムの相互接続試験
- 調査・検証の内容
- ①地域公共ネットワーク、FTTH、ADSL等との相互接続、②ネットワーク機器に求められる性能条件



3 調査結果に基づく技術的評価と検討課題等の抽出

調査結果のとりまとめ

- 調査結果に基づく技術的評価と検討課題等の抽出による有線ブロードバンド代替システムの有用性の提言
- 条件不利地域におけるワイヤレスブロードバンドネットワークに関する標準仕様の提言

選定したBWAシステムとモバイルWiMAX

● 検証する広帯域移動無線通信システムの選定にあたっては、次の条件を満足する2.5GHz帯の周波数を使用するモバイルWiMAX(IEEE802.16e-2005)を採用することとした。

- ① 1.5Mbps以上のインターネットサービスが可能であること。
- ② 半径2km以上の広域エリアでの通信が可能であること。
- ③ 通信市場での普及が見込まれ、将来的に価格の低廉化が予測されるシステムであること。

●モバイルWiMAX(Worldwide Interoperability for Microwave Access)の特徴

・高速無線MANとしての位置づけ

無線LAN(IEEE802.11)よりもカバレッジが広く(数km~10km程度)、現在の携帯電話システムよりも高速な通信(数Mbps~数十Mbps)が可能とされる。

・高速移動時でも通信が可能

自動車程度の移動時にでも通信を維持することができるとされる。

・高い周波数効率

変調方式にはOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)を採用しており、周波数利用効率が高いとされる。

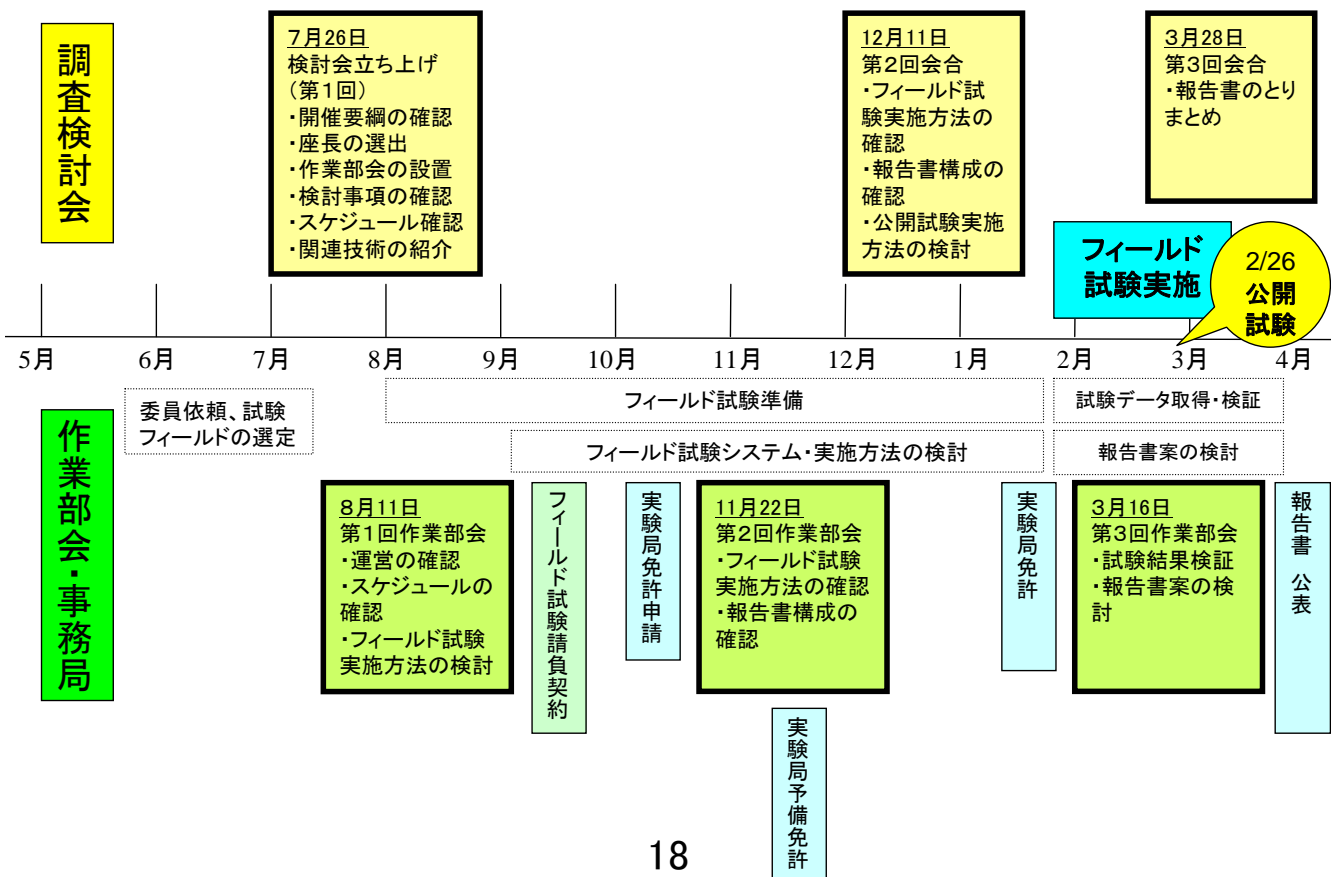
・シンプルなネットワーク構成

ネットワークは、アクセスネットワーク側の基地局、端末局、アクセスサービスゲートウェイ、コアネットワーク側のAAA認証装置、DHCPサーバ等からなるが、既存の携帯電話システムと比較すると構成エレメントが少なく、またAll-IPベースで構成できるため、ネットワークはよりシンプルである。

・国際標準化が完了

IEEE802.16e-2005として国際標準化が完了しており、今後、世界規模で市場が拡大し、普及による製造コストの低減も見込まれている。

調査検討実施経過



試験フィールド

◇試験フィールド

宮城県石巻市針岡地区(旧河北町)

約680世帯

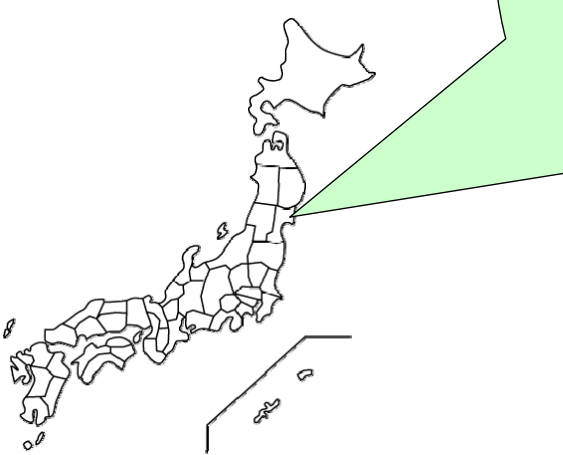
有線ブロードバンドサービスが受けられない条件不利地域



・周辺に多くの田畑が広がり、住宅が点在

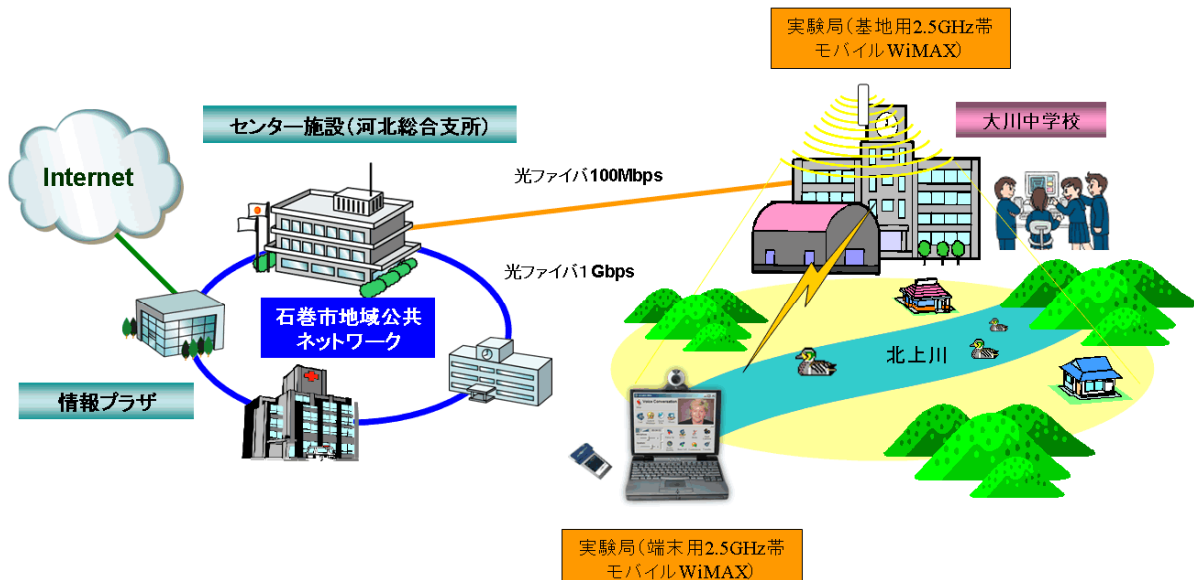
・南側には大きな湖(富士沼)があり、北側には旧北上川、また川に沿って東西に県道が伸びている

・これらを囲むように山や丘が並び非常に起伏に富んだ地形



フィールド試験システム①

- ・基地局用にモバイルWiMAX基地局装置を1台、端末局用にPCMCIAカードとノートPCを組み合わせたモバイルWiMAX端末装置を1台準備した。
- ・基地局装置は大川中学校の3階に設置し、インターネットへ接続するバックホール回線として、石巻市地域公共ネットワーク内の河北総合支所と大川中学校を結ぶ光回線(ダークファイバー)を利用した。
- ・基地局装置用の指向性アンテナは、3セクターで360度の見通しが得られるよう、大川中学校の校舎上に設置し、端末装置との接続を行った。



フィールド試験システム②

ネットワーク構成機器

局	構成装置	備考	数量	
コア局	石巻市 情報プラザ	ゲートウェイルータ	1式	
		メディアコンバータ	100Base-LX/100Base-T (30km)	
	河北 総合支所	光成端箱	1式	
WiMAX基地局	大川中学校	メディアコンバータ	100Base-LX/100Base-T (30km)	
		光成端箱	1式	
		VPNルータ	1式	
		レイヤ2スイッチ	1式	
		モバイルWiMAX 基地局装置	2.5GHz帯対応	
		メディアサーバ	1式	
WiMAX端末局	試験エリア	モバイルWiMAX 端末装置	PCMCIAカード(2.5GHz帯対応) 及びノートPC	1式

基地局アンテナ

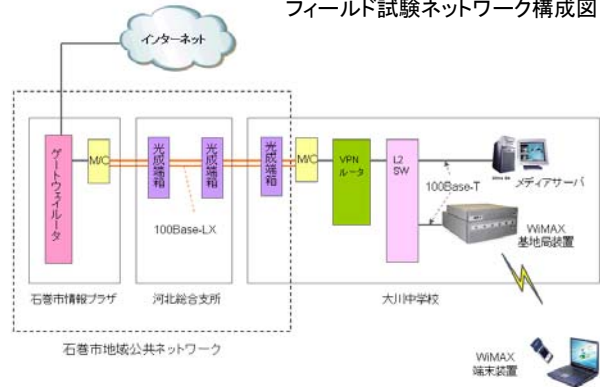


端末カード

システムの設定及びパラメータ

	WiMAX基地局	WiMAX端末局
占有周波数帯幅	10MHz	10MHz
空中線電力	5W	80mW
アンテナゲイン	18dBi	2dBi
アンテナ地上高	18m	1.5m
サブチャンネル化	DL: PUSC	DL: PUSC
	UL: PUSC	UL: PUSC
適応変調方式	DL: QPSK (固定)	DL: QPSK (固定)
	UL: QPSK (固定)	UL: QPSK (固定)
符号化率	1/2 (固定)	1/2 (固定)
フレームサイズ	5ms	5ms
DL: UL比	2:1	2:1

フィールド試験ネットワーク構成図



公開試験



北上水辺センター

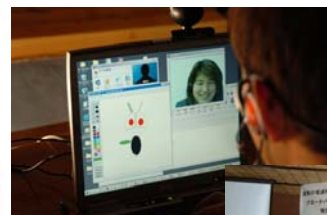
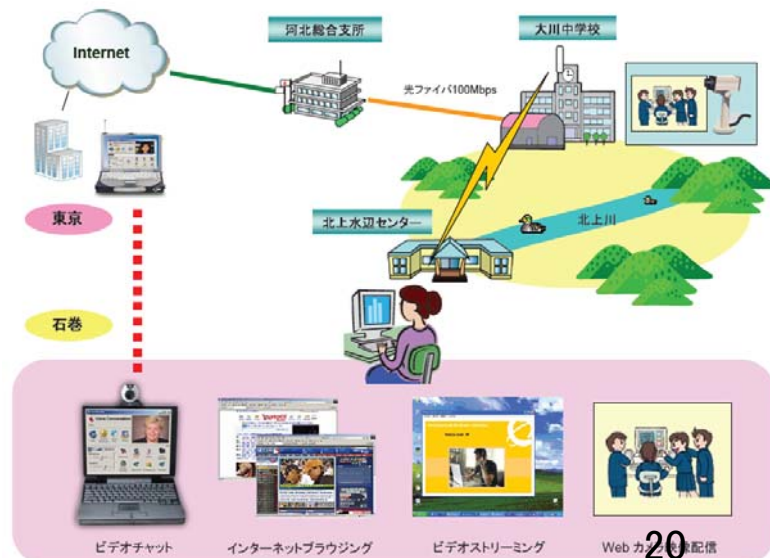
日時: 平成19年2年26日

参加者: 報道機関及び調査検討会関係者約60名

概要: 基地局のある大川中学校から約1.2km離れた北上水辺センターに端末装置を設置し、一般的なアプリケーションを用いて、条件不利地域を想定したモバイルWiMAXの固定的(FWA的)利用のデモンストレーションを実施

試験項目

- 1 FTP
- 2 インターネットブラウジング
- 3 Webカメラ映像配信
- 4 ビデオストリーミング
- 5 WiFiのバックホール用途



フィールド試験結果

試験項目と試験結果

- カバレッジ
 - 最も長い通信距離は、約5.27kmの地点
 - 基地局との同期確立のためには、RSSI値が-60~-70dBm程度必要であることを確認
- 電界強度
 - 端末が基地局との同期を保つことのできた最も遠い地点は基地局からの距離が北東4.84kmの地点
 - 基地局からの距離が同じでも、見通し外の場合は、平均で見通し内より10dBm程度RSSIが下がることを確認
- スループット
 - 通信が可能な測定ポイントでは、どの測定ポイントにおいてもダウンリンク2.1Mbps、アップリンク0.95Mbpsのスループットを確認
- 遅延時間
 - 同じロケーションであれば、見通し外の遅延時間は、見通し内と比べて若干長くなることを確認
- 屋内パフォーマンス
 - 見通し外や厚重な遮蔽物の影響により、端末の位置によっては、RSSI、CINRの値が低下し、レンジングができなくなることを確認

[本試験で確認された点]

- 電波環境に問題がなければMbpsクラスのスループットが達成可能
- 見通し内の良好な電波環境であれば、4.8km以上の通信距離が期待できる
- 見通し外では電界強度が大きく低下(5~20dB程度) ※但し、主に民家などの建物や木々など、比較的小さな障害物に限る
- 電波は山や丘などの大きな自然障害物の背後まで到達しない
- 屋内カバレッジ品質を向上させるための工夫が必要
- 地域公共ネットワークとの相互接続性

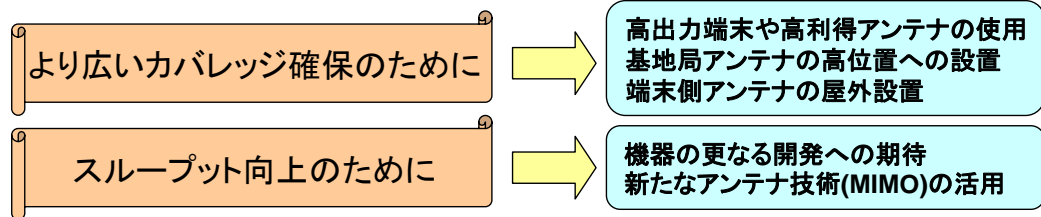
[今後の課題]

- ◆セル全体及び複数セルでのパフォーマンス試験の実施
- ◆複数端末を用いた同時接続の検証
- ◆異なる変調方式パターン(適応変調)を適用した際のパフォーマンス試験
- ◆MIMOなどのアンテナ技術の導入
- ◆端末側に高利得アンテナ、高出力を適用した場合のパフォーマンス試験

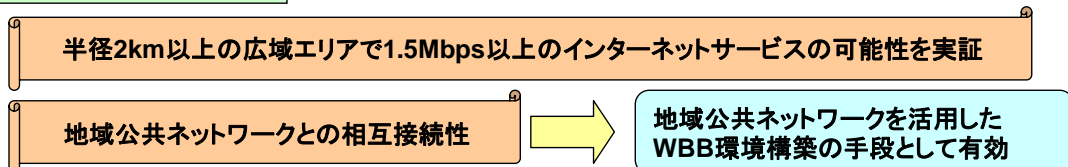
考察/まとめ

フィールド試験結果の検証と考察

電波の強い直進性を確認、カバレッジは出力の低いアップリンク側(端末側)に依存



有効性に関する考察



まとめ

更なる技術開発とフィールド試験による検証
地域公共ネットワークの標準仕様への追加

モバイルWiMAXがブロードバンド・ゼロ地域の解消に活用されることを期待

無線アクセスシステムの活用による ブロードバンド空白(ゼロ)地域の解消

～公共光ファイバとの組み合わせによる解消の一方策～

平成19年6月6日

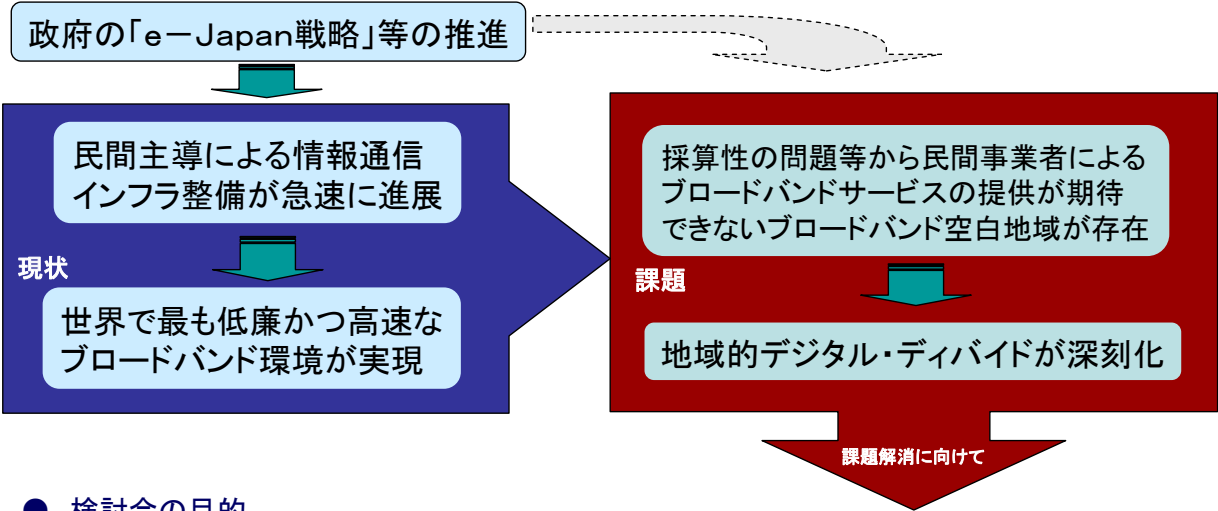
ブロードバンド空白地域解消のための 無線アクセスシステムに関する調査検討会

座長 堀 俊和(福井大学大学院工学研究科 教授)

総務省北陸総合通信局

調査検討に至る背景

- ブロードバンド化の現状と課題



- 検討会の目的

ブロードバンドサービスの提供が期待できないブロードバンド空白地域において、自治体等が整備を進める地域公共ネットワークと新しい無線アクセスシステムの組み合わせにより、安価にブロードバンドを提供する方策を検討

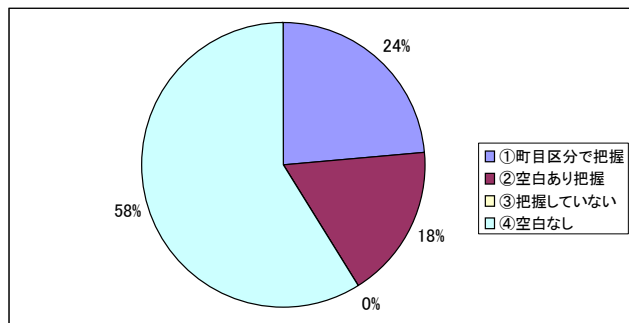
ブロードバンド空白地域に関する自治体の意識と 解消のためのシステム要件（1 / 2）

● 自治体アンケート調査

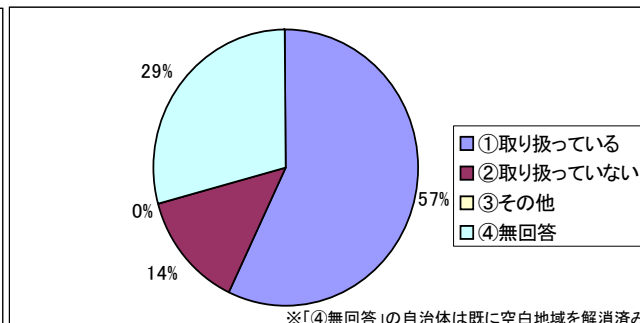
北陸三県51自治体に対しブロードバンド空白地域に関するアンケート調査を実施

主な結果

21自治体（約4割）が区域内にブロードバンド空白地域があることを把握
ほとんどの自治体ではブロードバンド空白地域解消は行政の取り組むべき課題として認識



ブロードバンド空白地域把握状況（北陸三県51自治体）



自治体（行政）の取り組むべき課題か（北陸三県51自治体）

主な意見

- ・ ブロードバンド空白地域では、集落や世帯が点在するため、設備構築及び維持管理費用の財政負担が大きな障壁となっている
- ・ 比較的財政負担が少ない手法として「既設の公共光ファイバ」と「無線」の組み合わせによるブロードバンド空白地域の解消が有効

- 2 -

ブロードバンド空白地域に関する自治体の意識と 解消のためのシステム要件（2 / 2）

● 空白地域解消のため自治体が求めるシステム要求

I 自治体が求めるシステム条件

- ・ 構築、運営コストが低廉であること
- ・ 必要な伝送速度が得られること

II 実現するための課題と方策

- ・ 基幹ネットワークの構築及び維持
 - 自治体が整備した公共光ファイバ（地域公共ネットワーク）の活用
- ・ ラストワンマイルへの対応
 - 無線アクセスシステムの利用

III システムに求められる機能等

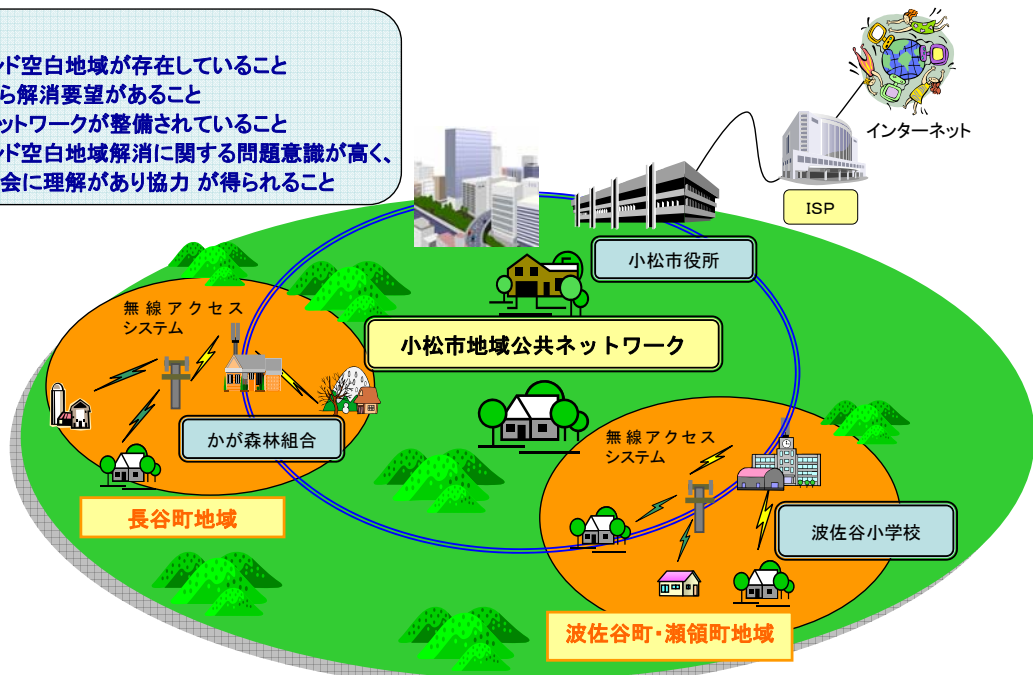
- ・ 公共アプリケーションが支障なく動作すること
- ・ ADSLやCATVインターネットなど有線系のブロードバンドメディアと同程度のスループットが得られること
- ・ サービスを提供するエリアの地形等を考慮しつつ条件に適合する無線アクセス方式を選択または組み合わせができること
- ・ ネットワークセキュリティ対策が講じられていること

検証試験システムの構築（1 / 5）

● モデル地域の選定と無線アクセスシステムの設計

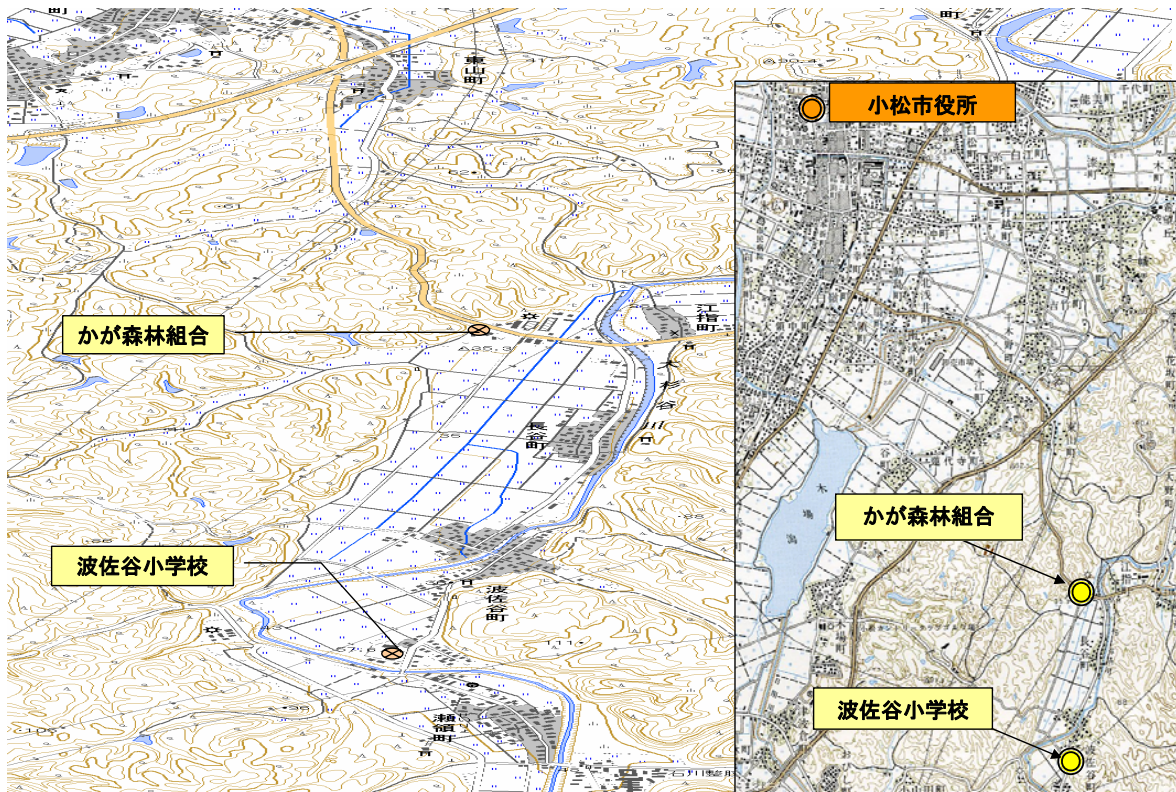
ブロードバンド空白地域解消のための検証試験システムを構築して行うフィールド試験は、次の条件に適合する中山間地区をモデル地域とし、**石川県小松市長谷町、波佐谷町及び瀬戸町**を選定

- ＜選定条件＞
- ・ブロードバンド空白地域が存在していること
 - ・当該地域から解消要望があること
 - ・地域公共ネットワークが整備されていること
 - ・ブロードバンド空白地域解消に関する問題意識が高く、本調査検討会に理解があり協力が得られること



小松市におけるブロードバンド空白地域解消イメージ

検証試験システムの構築（2 / 5）



無線親局装置の設置位置(石川県小松市)

検証試験システムの構築（3 / 5）

● 検証試験で用いた無線アクセスシステム

(1) 検証試験システムは、自治体が求めるシステム条件、システムに求められる機能等を満たしつつ、①より広範に電波が到達すること、②見通し外通信にも適していることを要件に検討。その結果、下表に示すIEEE 802.16シリーズ規格WiMAX)の中から、IEEE 802.16-2004規格に準じた4.9GHz帯高出力無線LANを採用。

方式	IEEE 802.16	IEEE 802.16-2004	IEEE 802.16e
標準化完了時期	2001/12	2004/6	2005/12
周波数帯	10～66GHz	11GHz以下	6GHz以下
通信環境	見通し内通信	見通し外通信	見通し外通信
伝送速度	最大約135Mbps (28MHz幅の時)	最大約75Mbps (20MHz幅の時)	最大約75Mbps (20MHz幅の時)
変調方式	QPSK/16QAM/ 64QAM	BPSK/QPSK/ 16QAM/64QAM ・ OFDM	QPSK/16QAM/ 64QAM ・ OFDMA
移動性	固定	固定 ノマディック	固定 ノマディック ポータブル モバイル
帯域幅	20/25/28 MHz	1.75～20 MHz	1.25～20 MHz
セル半径	3～5km	2～10km	1～5km

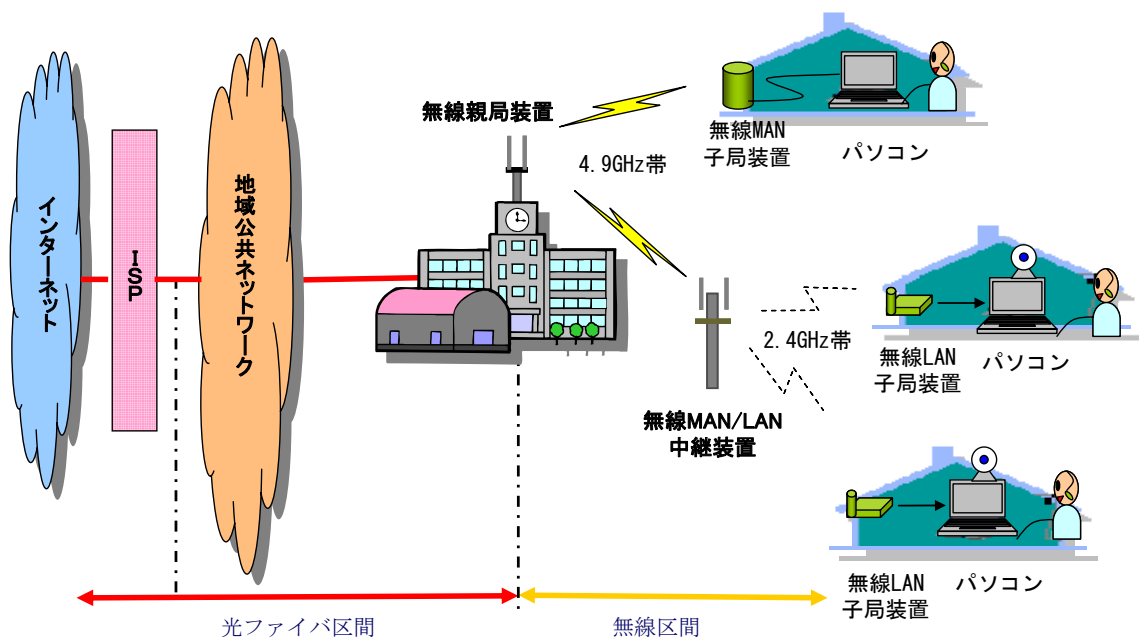
技術的仕様の比較表

- 6 -

検証試験システムの構築（4 / 5）

● 検証試験システムの構成概要

(2) また、4.9GHz帯高出力無線LAN（無線親局装置）による大ゾーン方式では、実利用環境となる利用世帯屋内での通信エリアが確保できない場合があるため、無線親局装置からの電波を中継する無線MAN/LAN中継装置も介したシステム構成とした。



- 7 -

検証試験システムの構築（5 / 5）

● 検証試験システムで利用した各無線アクセス装置



無線親局装置



無線MAN子局装置



無線LAN子局装置



無線MAN/LAN中継装置



無線MAN/LAN中継装置設置状況



無線MAN/LAN中継装置設置状況(拡大)

- 8 -

技術試験（1 / 7）

● 検証試験システムによる技術試験

(1) 伝送特性試験

無線アクセスシステムの電波の有効範囲である通信エリアを推定するため、基本的な伝送特性を把握

(2) 伝送特性変動試験

降雪や積雪などの気象条件の変化による伝送特性変動を測定し、無線アクセスシステムが気象条件の変化に対して問題なく動作するかなど、適合環境について総合的に把握

(3) ネットワーク共用評価試験

インターネット接続環境において、複数ユーザー接続時における各々のユーザーの動作確認、ユーザー間におけるセキュリティの確認及び複数ユーザー接続時におけるバックボーン使用帯域の確認

(4) ネットワーク運用管理試験

ネットワークセンターに設置された監視装置から、無線アクセスシステムの運用状態を監視できるかどうかの確認

(5) 技術試験モニターによるインターネット利用

長谷町、波佐谷町及び瀬領町に居住の世帯の方々から技術試験モニターを募り、無線アクセスシステムによるブロードバンド環境を体験していただくとともに、技術試験モニター宅におけるスループット及び受信電力測定

技術試験（2 / 7）

（1）伝送特性試験

無線親局装置からの電波を無線MAN子局装置又は無線MAN/LAN中継装置で受信した際の受信電力、下り回線のスループット及び応答時間について測定を実施

主な結果

- ・ LOS（見通し）環境における受信電力の測定結果は、概ね机上設計どおりの結果となった。
- ・ NLOS（見通し外）環境や輻射範囲外においても受信可能なポイントが存在した。
- ・ LOS環境内では安定した通信が確保。NLOS環境下においても直接波以外の電波伝搬により通信可能ポイントが複数存在した。

LOS環境における測定結果

測定ポイント	距離 (m)	受信電力 (dBm)		スループット (Mbps)	応答時間 (ms)
		測定値	目標値		
①	400	-52.7	-54.1	3.3	36
②	1,100	-62.0	-62.8	3.4	35
③	1,700	-66.6	-66.6	3.3	35



測定ポイント①(LOS環境)

NLOS環境における測定結果

測定ポイント	距離 (m)	受信電力 (dBm)		スループット (Mbps)	応答時間 (ms)
		測定値	目標値		
④	1,000	-85.1	-62.0	2.6	40
⑤	1,450	-89.4	-65.2	1.6	39



測定ポイント④(NLOS環境)

- 10 -

技術試験（3 / 7）

（2）伝送特性変動試験

降雪時・積雪時において無線親局装置からの電波を無線MAN子局装置又は無線MAN/LAN中継装置で受信した際の受信電力、下り回線のスループット及び応答時間について測定を実施

主な結果

- ・ 試験期間中に降雪・積雪があった期間は2日間のため、十分なデータの取得は出来なかった。
- ・ LOS（見通し）環境においては降雪・積雪による受信電力等への影響は殆どなかった。
- ・ NLOS（見通し外）環境では、積雪が全くない場合に比べて5 dB程度受信電力が向上した。

LOS環境における測定結果(降雪・積雪時)

測定ポイント	距離 (m)	受信電力 (dBm)		スループット (Mbps)		応答時間 (ms)	
		冬季	秋季	冬季	秋季	冬季	秋季
①	400	-53.0	-52.7	3.3	3.3	38	36
②	1,100	-62.7	-62.0	3.3	3.4	35	35
③	1,700	-62.5	-66.6	3.4	3.3	36	35



測定ポイント①(LOS環境)

NLOS環境における測定結果(積雪時)

測定ポイント	距離 (m)	受信電力 (dBm)		スループット (Mbps)		応答時間 (ms)	
		冬季	秋季	冬季	秋季	冬季	秋季
④	1,000	-80.8	-85.1	3.3	2.6	36	40
⑤	1,450	-83.2	-89.4	2.8	1.6	38	39



測定ポイント④(NLOS環境)

- 11 -

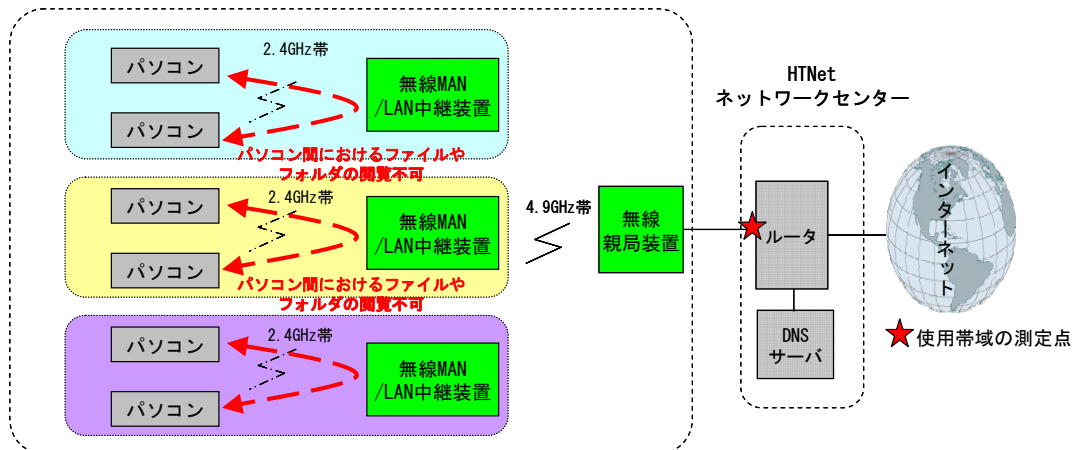
技術試験（4 / 7）

（3）ネットワーク共用評価試験

複数のパソコン接続時に各々のパソコンが正常動作するかの確認、パソコン間におけるセキュリティの確認及び複数のパソコン接続時におけるバックボーン使用帯域の確認を実施

主な結果

- ・ 複数のパソコンを無線親局装置を介してインターネット接続した場合において、全てのパソコンでウェブページの閲覧など正常に動作した。
- ・ 接続中のパソコン間でのフォルダやファイル閲覧はできなかったことから、セキュリティは確保されている。
- ・ パソコンの接続数を増加させてもバックボーン下り使用帯域は安定していた。



- 12 -

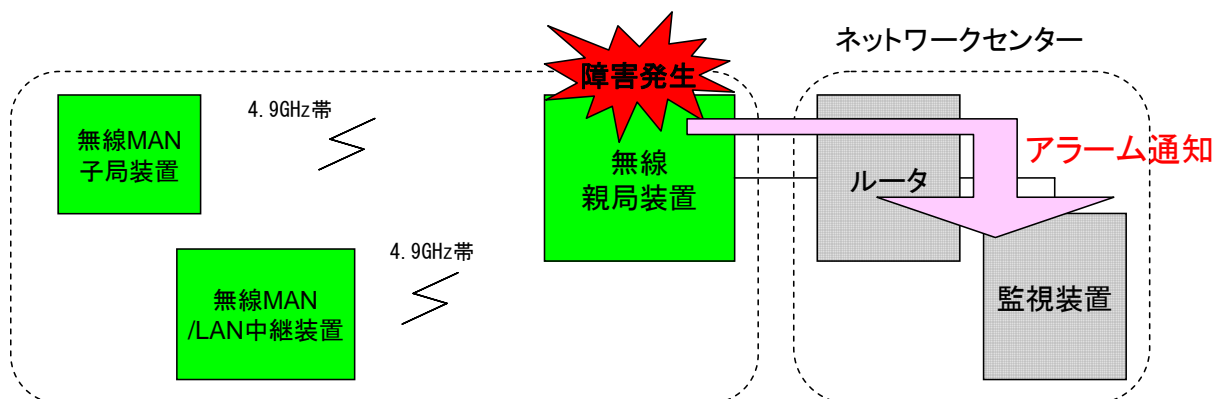
技術試験（5 / 7）

（4）ネットワーク運用管理試験

ネットワークセンターから、無線親局装置、無線MAN子局装置及び無線MAN/LAN中継装置の運用状態を監視できるかの確認を実施

主な結果

- ・ 監視項目（Ping応答確認、トラフィック測定、ネットワーク負荷監視、無線MAN/LAN中継装置の受信電力）については、全て正常に監視できた。
- ・ ネットワーク監視において、受信電力が-60dBm程度の場合はPing疎通状況は安定していたが、-90dBm程度になるとPingの疎通状況は不安定になった。
- ・ LOS環境では降雨や風による影響が見られなかったが、NLOS環境では風による影響が降雨による影響よりも大きかった。



- 13 -

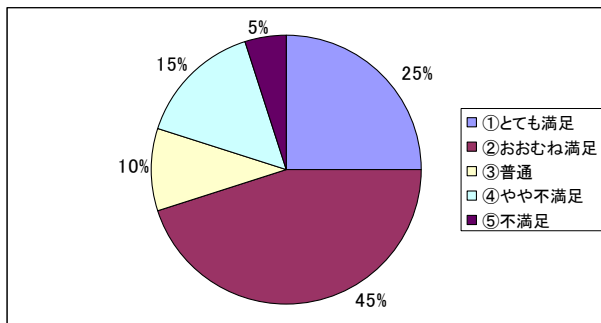
技術試験（6／7）

（5）技術試験モニターによるインターネット利用

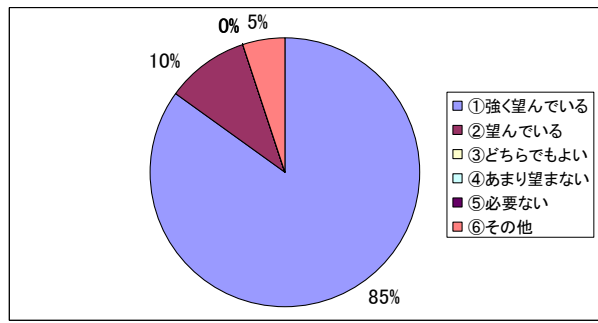
モニター宅において、スループット及び受信電力の測定を行うとともに、アンケート調査を実施

主な結果

- ・半数の世帯が1Mbps以上の速度で接続
- ・インターネット接続サービスの満足度に対しては7割の世帯が「満足」と回答
- ・8割以上の世帯が継続提供を強く要望
- ・建物の構造等の影響で通信環境が悪いモニター宅では、USB型無線LANや高出力型無線LANの対策を講じた



インターネット接続サービスの満足度
(技術試験モニター20世帯)

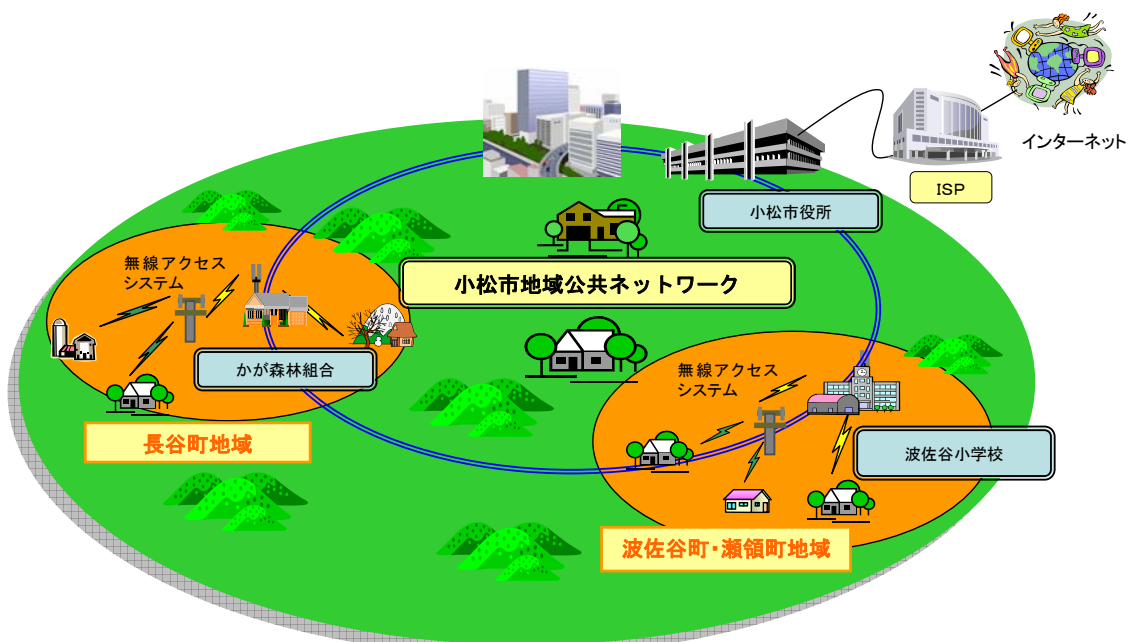


インターネット接続サービスの継続利用の要望
(技術試験モニター20世帯)

アンケート調査結果

技術試験（7／7）

本調査検討会において検討したモデルシステムの有用性を確認



無線アクセスシステムの導入に向けた課題と方策(1/7)

本調査検討会では、ブロードバンドサービスが利用できない空白地域において、地域公共ネットワークと無線アクセスシステムを組み合わせた空白地域解消のシステムイメージについて、次の三つのケースを想定し、必要機材、設置箇所、工事費用概算の検討を行った。

● 空白解消のシステムイメージ

(ケース1) 公共施設に公共ネットワークが接続されている場合

(ケース2) 地域公共ネットワークのみ横断している場合

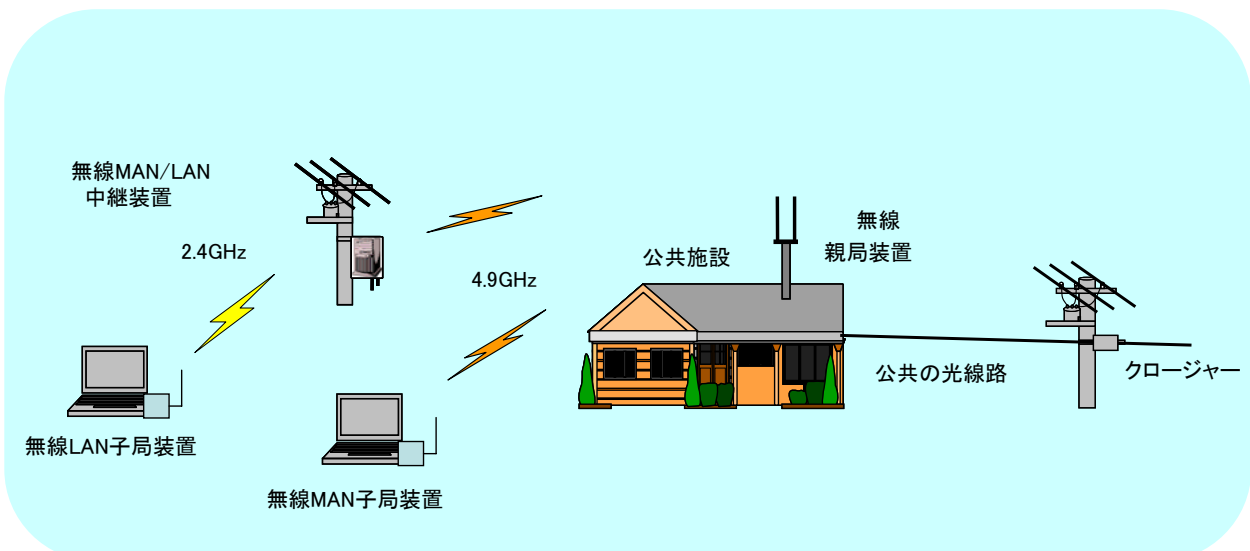
(ケース3) 地域公共ネットワークも公共施設もない場合

- 16 -

無線アクセスシステムの導入に向けた課題と方策(2/7)

● 空白解消のシステムイメージ

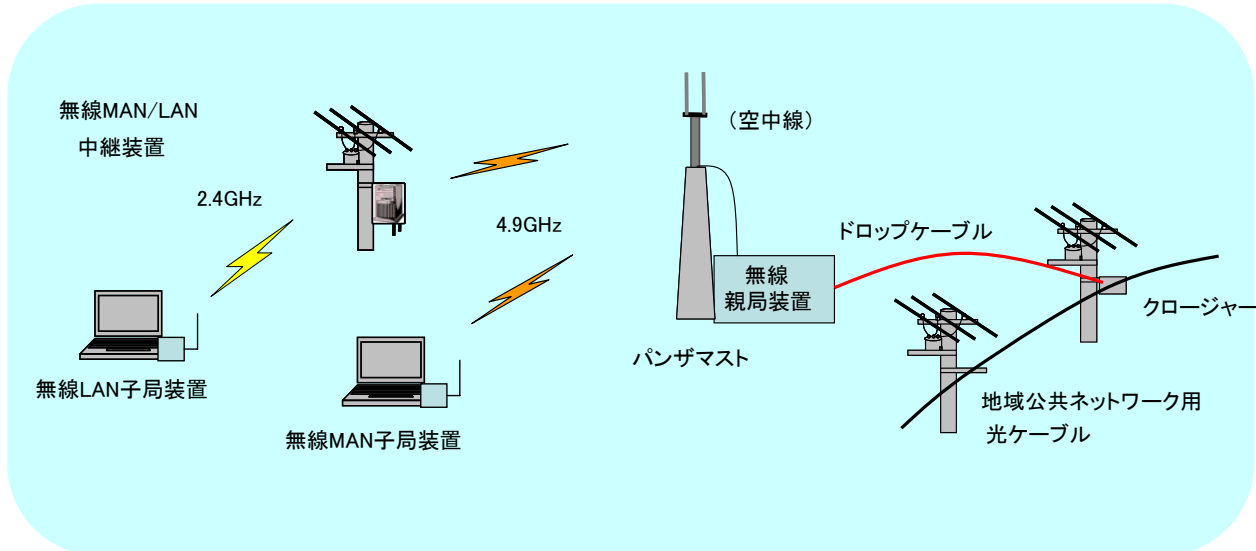
(ケース1) 公共施設に公共ネットワークが接続されている場合



無線アクセスシステムの導入に向けた課題と方策(3/7)

● 空白解消のシステムイメージ

(ケース2) 地域公共ネットワークのみ横断している場合

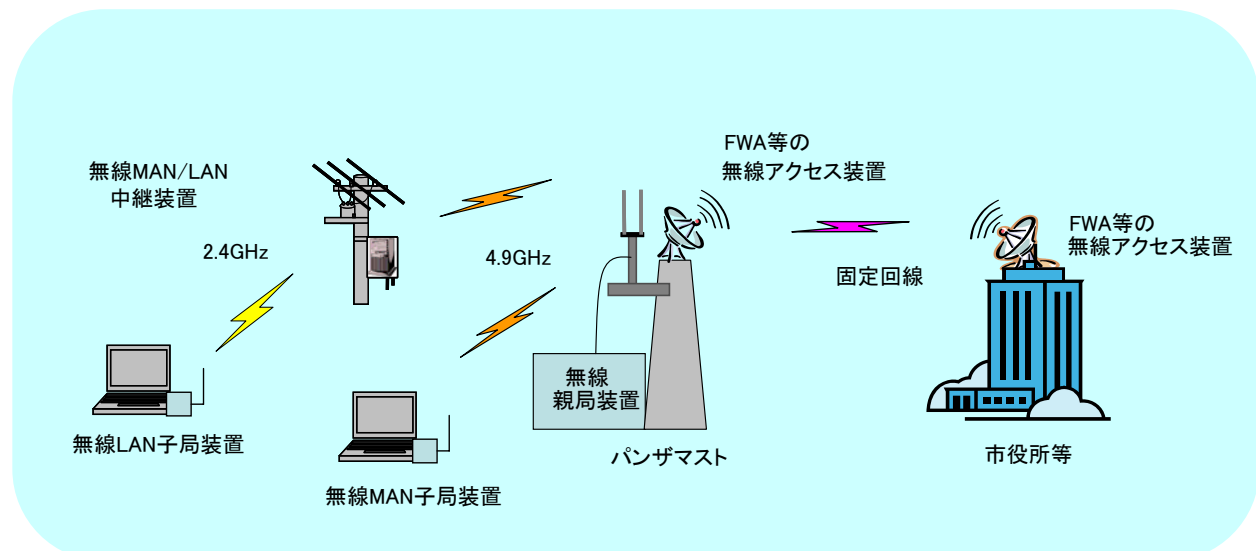


- 18 -

無線アクセスシステムの導入に向けた課題と方策(4/7)

● 空白解消のシステムイメージ

(ケース3) 地域公共ネットワークも公共施設もない場合



無線アクセスシステムの導入に向けた課題と方策(5/7)

● 工事費用概算

	費用（万円）	備 考
ケーブルルート調査費	20	距離：1km
光ケーブル敷設	200～300	芯線数：12、距離：1km
クロージャージャー	20～25	1台/500m
アンテナ設置局	120～150	1局、パンザマスト(20m)
無線親局装置	650～750	1局、コンサル内容による
無線MAN/LAN中継装置	15	1局
無線MAN子局装置	6	1局

※ 本調査検討会で構築した無線アクセスシステムのコストを参考とした。

- 20 -

無線アクセスシステムの導入に向けた課題と方策(6/7)

● 技術的課題と方策

本調査検討会で構築した検証試験システムは、十分実用に供することが技術試験及びモニター結果から実証できた。しかし、導入にあたって次の事項が技術的課題として明らかとなった。

- (1) 親局装置の機器性能向上
→トラフィックが集中する親局装置の性能により、その配下にある無線装置の伝送速度が左右される
- (2) 空中線電力の増力
→見通し外通信の改善及び通信エリアの広域化
- (3) 専用周波数の確保
→同じ用途で開設する無線局との周波数共用のため、端末の増加により伝送速度の低下が懸念される
- (4) 地形条件等を考慮した無線アクセスシステム方式の選定
→地形条件等、通信エリアの規模に応じたシステム方式の選定により財政的負担の軽減が可能
- (5) 森林や山陰などの遮蔽による電波不感地域への対策
→中継装置の多段接続
- (6) 宅内での電波減衰への対策
→宅内における無線中継装置や無線LAN外部アンテナ等の設置

- 21 -

● 制度的課題と方策

また、次の事項が制度的課題として明らかとなった。

(1) 電波法に関する課題と方策

4.9GHz～5.0GHz帯を使用する登録無線局は、現在、関東、東海及び近畿の大都市圏の一部の区域に限定。その他の区域では一般無線局としての免許が必要。
→同帯を使用していた電気通信業務用固定無線システムの周波数移行が完了したため、現在、登録可能な区域の拡大について検討が行われている。

(2) 電気通信事業法に関する課題と方策

自治体が電気通信事業者となりブロードバンドサービスを行うには、非営利目的であっても、総務省への届出が必要。
→自治体自ら電気通信事業者とならない場合、地域公共ネットワーク(光ファイバの空き芯線)及び無線アクセスシステムを他の電気通信事業者に貸与して、その電気通信事業者に提供してもらう方法等があるが、この場合、電気通信事業者へ何らかの財政支援が必要。

- 22 -

まとめに

本報告が、デジタル・ディバイド地域解消のための足がかりとなることを願いつつ、ブロードバンド・ゼロ地域解消の一日も早い実現を期待します。

ご静聴ありがとうございました。

「島嶼地域におけるワイヤレスブロードバンド 環境構築の在り方に関する調査検討」

調査検討報告

平成19年6月6日

島嶼地域におけるワイヤレスブロードバンド
環境構築の在り方に関する調査検討会

総務省中国総合通信局

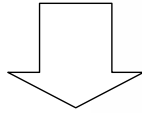
報告の流れ

- 第1章 検討の背景と目的
- 第2章 技術試験の概要
- 第3章 試験結果（固定試験／移動試験）
- 第4章 技術的改善策の検討
- 第5章 島嶼地域におけるワイヤレスブロードバンド構築の在り方

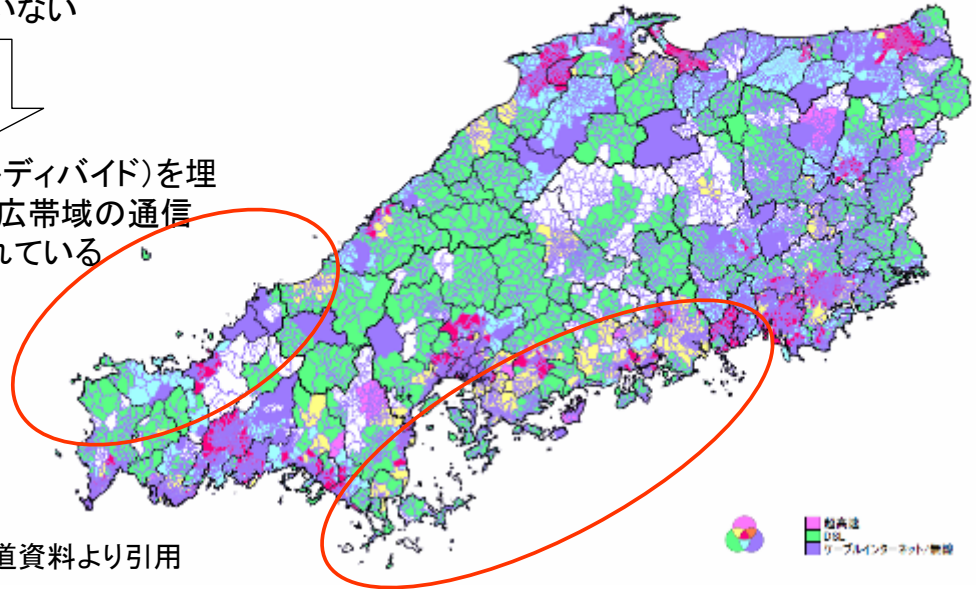
中国地方のブロードバンド整備状況

《現状》

中国地方は中山間地域、および島嶼地域を多く抱えている。これらのいわゆる条件不利地域においては、地形的、およびコスト的な問題からブロードバンドサービスが十分に展開されていない



地域格差(デジタルディバイド)を埋めるような、安価で広帯域の通信システムが求められている



※中国総合通信局報道資料より引用

瀬戸内海地域の課題と調査検討の目的

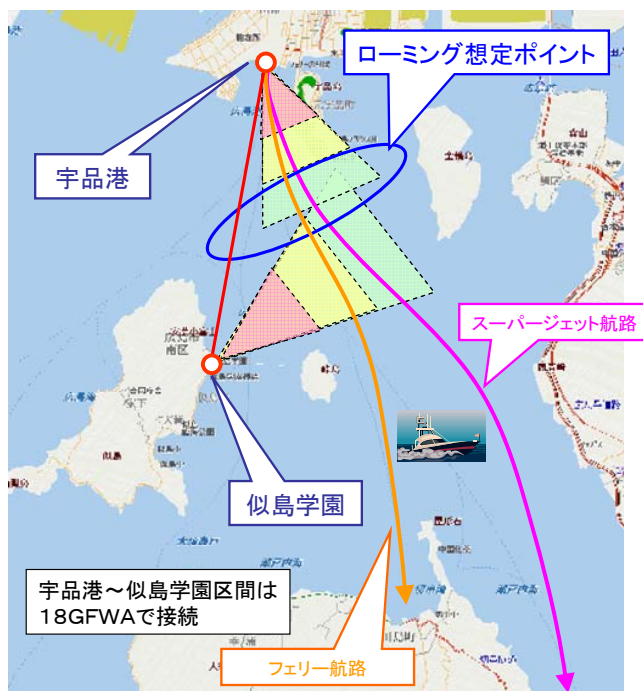
瀬戸内海地域の現状から、以下の課題が挙げられる

- 島嶼地域のデジタルディバイド解消
- 海上ネットワークのブロードバンド化、シームレス化

上記課題の解決手法を検討するために、瀬戸内海地域に試験設備を設置し、以下の項目を評価する

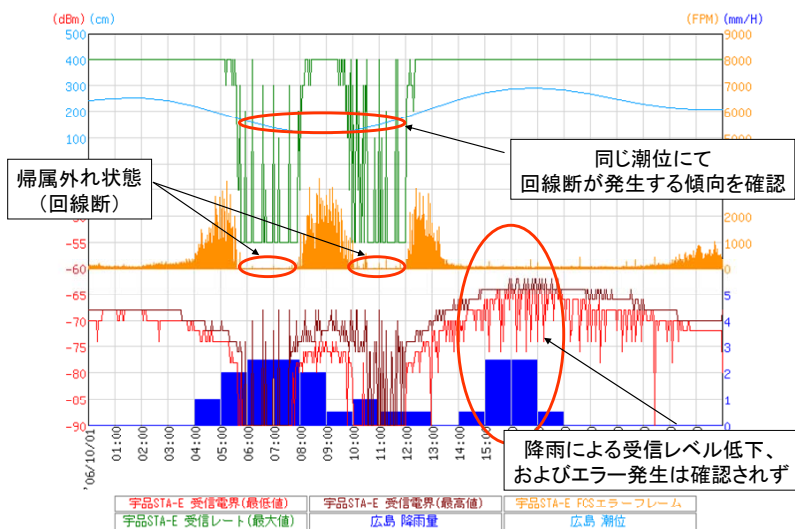
- 海上における電波伝搬特性の把握
- 海上にて安定した無線通信利用を可能とするためのフェージング対策技術
- 海上におけるローミング特性の把握と利用技術の検討

試験実施箇所

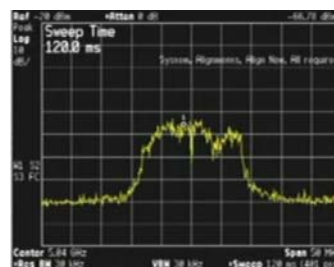
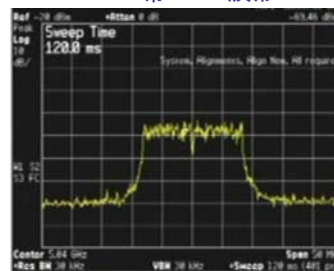


固定試験結果

《5GHz帯FWA無線機データ(10月1日測定、宇品側)》

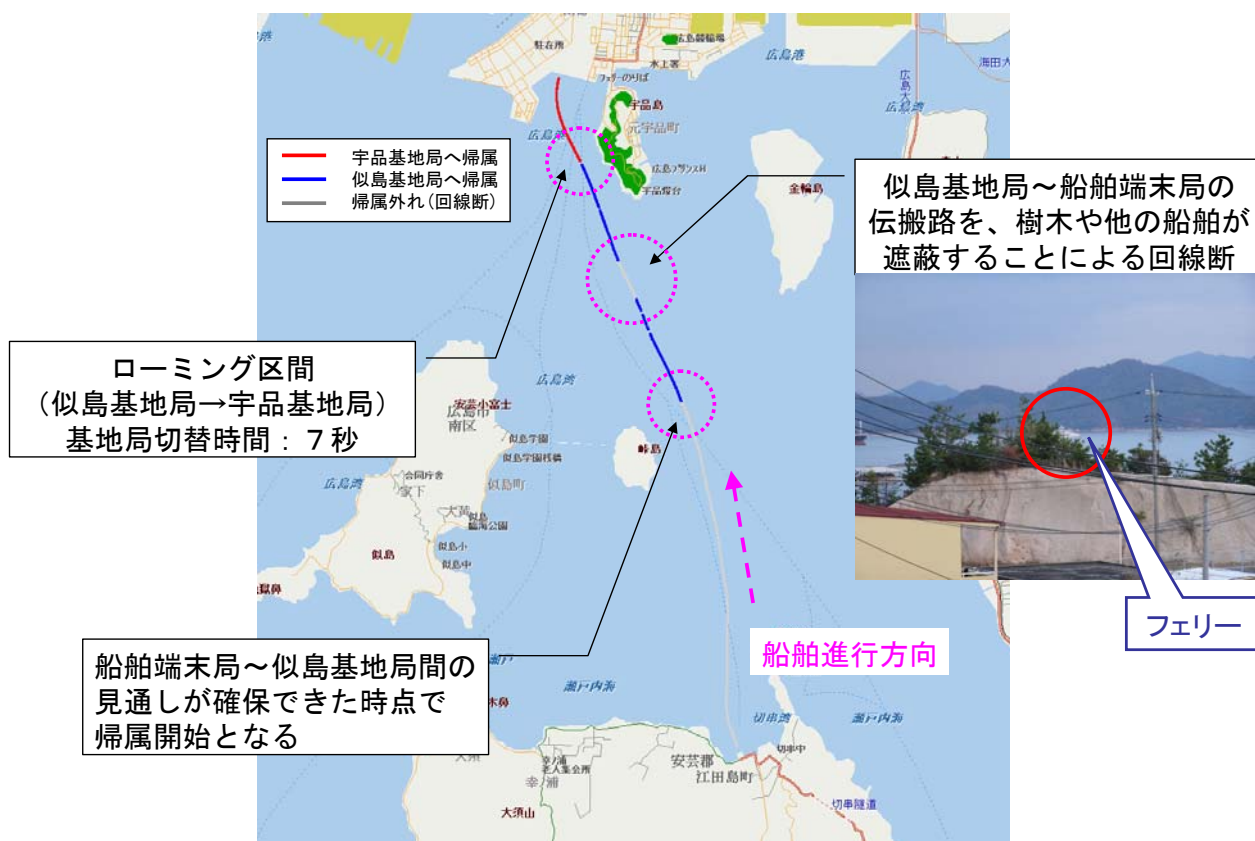


《5GHz帯FWA波形》



- 同じ潮位でエラーが発生しており、波形歪みが確認された。
- マルチパスフェージングの影響より受信レベルが低下してエラー発生に至っていることを確認した。

移動試験ローミング結果(フェリー)



移動試験測定結果

《スループット測定》

測定状態	スループット (フェリー)	スループット (スーパージェット)
宇品港停泊時	23.1 (Mbps)	25.2 (Mbps)
出港直後	17.2 (Mbps)	19.6 (Mbps)
ローミング直前	9.1 (Mbps)	9.0 (Mbps)
ローミング直後 (似島帰属直後)	10.3 (Mbps)	19.4 (Mbps)
嵯島直前	13.2 (Mbps)	17.4 (Mbps)
(参考)測定エリア内 平均受信レベル	-69.2 (dBm)	-64.0 (dBm)

《インターネット利用評価》

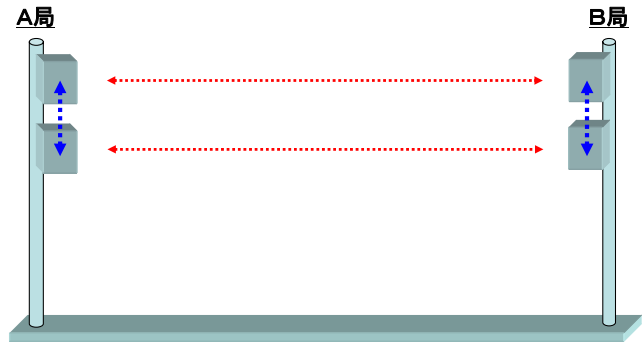


- 宇品港から離れるにつれてスループットは低下(適用変調)。
- 似島に接続後はスループットに大きな変化は見られていない。

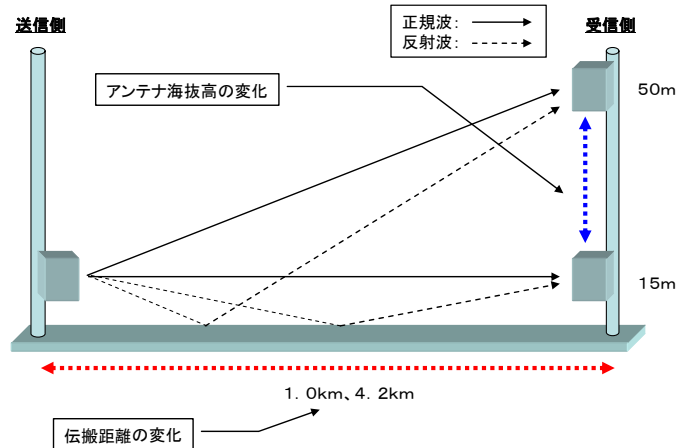
- ホームページ閲覧等の一般用途については実用性に問題無し。
- ただし、IPカメラ等の動画受信時にローミングが行われると動画は一旦停止する。(回線復帰後に受信再開)

フェージング対策技術の検討

- **スペースダイバシティ**
 - アンテナを物理的に離して複数設置することで、マルチパスフェージングの影響を軽減する手法
 - 片側の回線品質が劣化しても、もう一方が回線を保持することで、回線全体の稼働率を向上させる

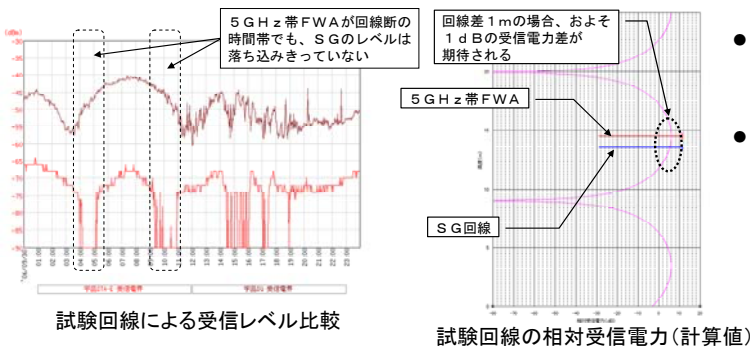


- **置局条件による対策**
 - アンテナ海拔高、伝搬距離等の置局条件を検討することにより、受信特性を改善する
 - 反射波によるフェージングの影響軽減、障害物による伝搬路遮蔽の防止等の効果が期待できる



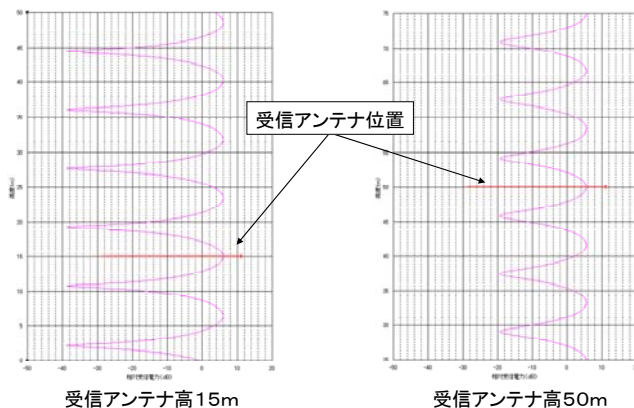
机上計算結果

《スペースダイバシティ》



- アンテナ高差1mでは、SDの効果は低い
- 机上計算の結果より最適アンテナ高差は5mである

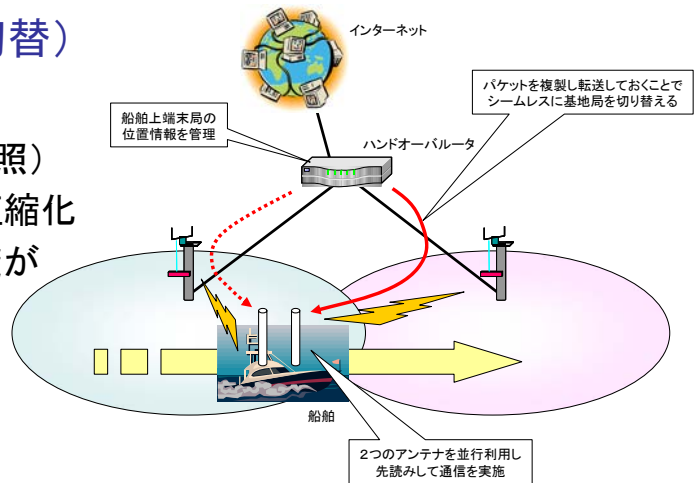
《置局条件》



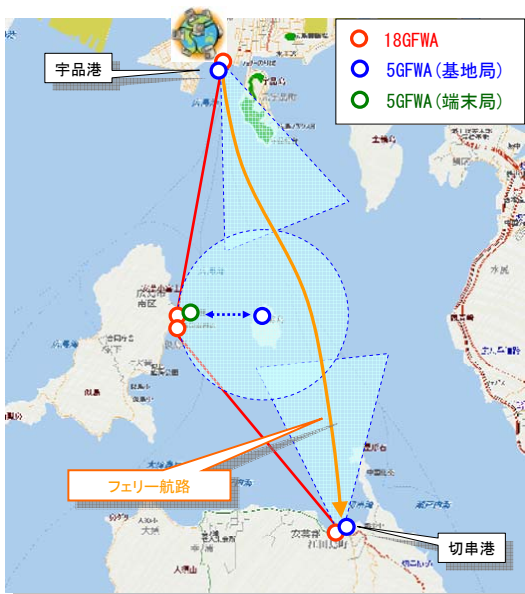
- アンテナ高を高くするほど、正規波と反射波が打ち消し合う場合(逆位相時)の受信レベル低下量が少なくなる
(反射波の入射角が大きくなり、アンテナ特性により減衰するため)

船舶移動利用技術の検討

- 受信レベルの短時間変動(船舶の揺れ)
 - 無指向性アンテナの垂直面特性が狭いことが原因であり、姿勢制御によるアンテナ位置調整の対策が必要(ただし設備費が高価)
- 他船舶による回線断の発生(伝搬路遮蔽)
 - 基地局/船舶アンテナ高を十分に確保する、基地局を複数設置する等の対策が必要
- ローミング処理(基地局切替)による回線断が発生
 - ハンドオーバ技術(右図参照)のように、ローミング処理短縮化技術を使用するなどの対策が必要



本試験による海上ネットワーク構築イメージ



宇品港～切串間フェリー

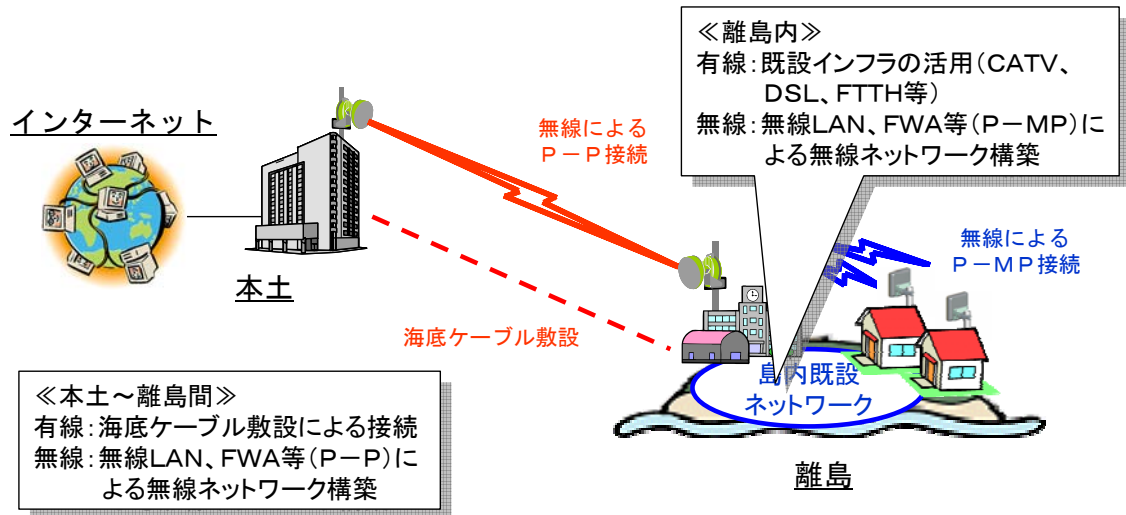


宇品港～松山間スーパージェット

《実現可能なサービス例》

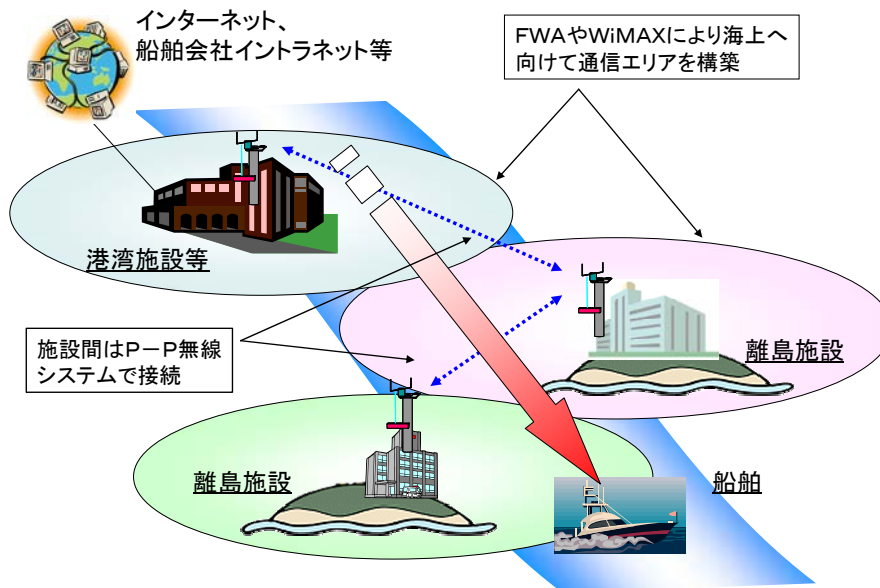
- ・本土～船舶間の電子データ送受信
- ・船舶上からのインターネット利用(リアルタイム性を要するサービス除く)

島嶼部に対するブロードバンド環境構築イメージ



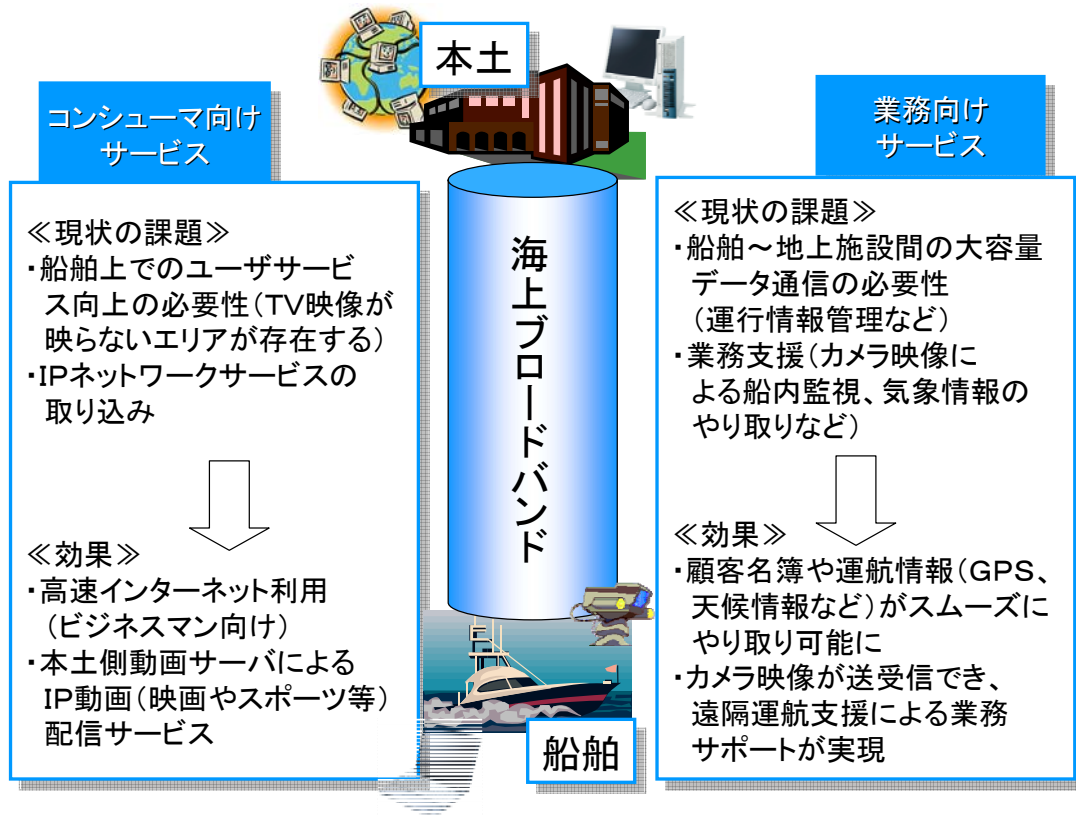
- 島嶼地域の現状により、無線／有線インフラの使い分けが必要

船舶等における海上でのネットワーク利用

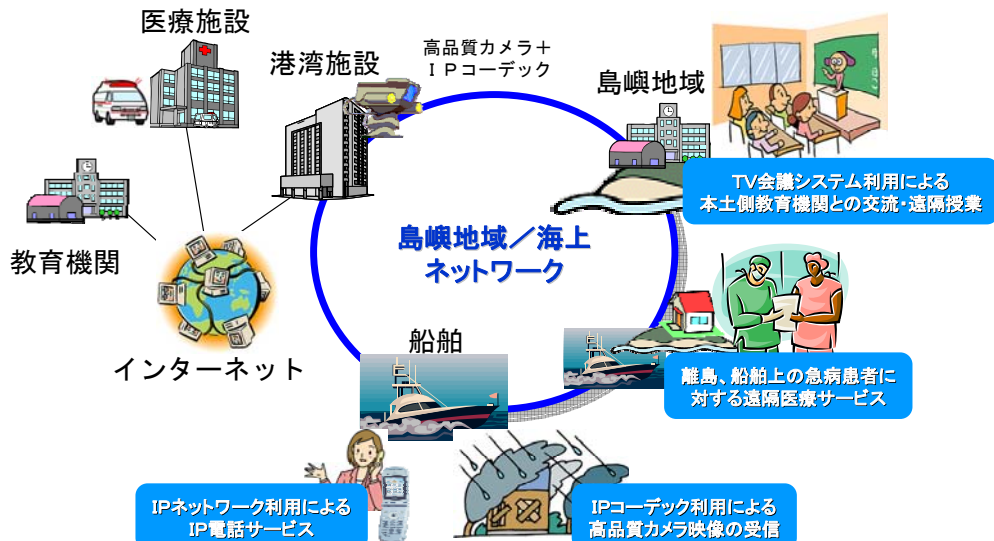


- 船舶航路に向けて無線によるネットワークを構築し、ブロードバンド環境を構築

海上ネットワーク構築による効果

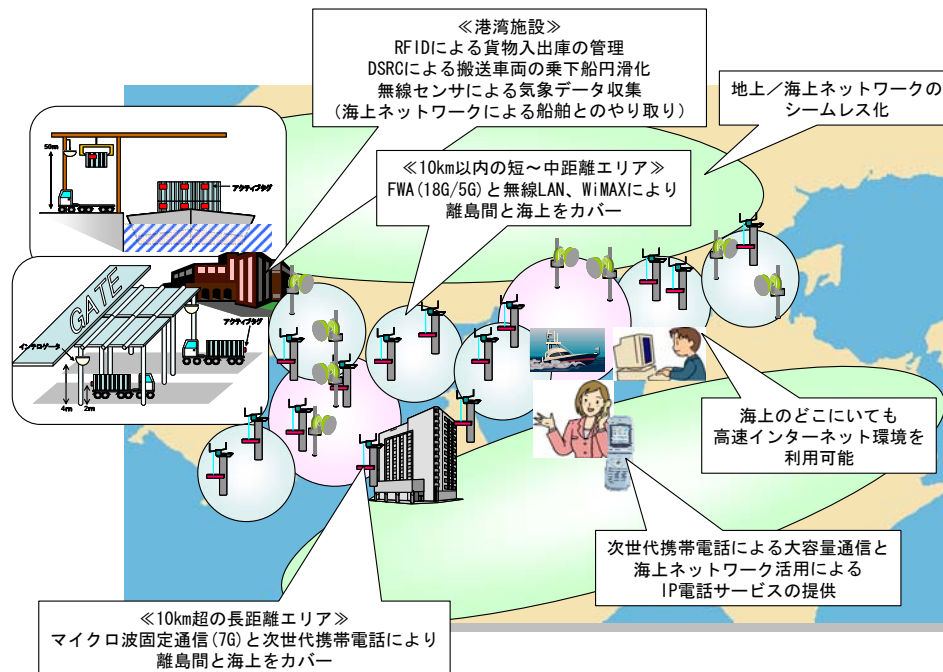


瀬戸内海地域における新たな利活用の創出



- 島嶼、海上を含む瀬戸内海地域のブロードバンド化により、以下の効果が期待できる
 - 一般ユーザの利便性向上
 - 海上業務の円滑化
 - 安全性・耐災性の拡張
 - 行政システムの有効利用

ブロードバンド環境の海と陸とのシームレス化



- 地上と海上のネットワークがシームレスに連携し、無線による各種サービスを提供することで、瀬戸内海地域全体のブロードバンド化、ユビキタス化を実現

「メッシュ型無線LAN等によるデジタル・ ディバイド解消に向けて」

平成19年 6月 6日

~~~~~

四国地方におけるデジタル・ディバイド対策  
のための無線LANの活用に関する調査検討会

総務省 四国総合通信局

## 四国地方におけるデジタル・ディバイド対策 のための無線LANの活用に関する調査検討会委員

(敬称略、五十音順)

|          |                                                          |
|----------|----------------------------------------------------------|
| 網江 佳昭    | 株式会社NTTドコモ四国 香川支店<br>ソリューション営業部長                         |
| 和泉 光敏    | 四国電力株式会社 情報システム部長                                        |
| 岩田 英夫    | パナソニックモバイルコミュニケーションズ株式会社<br>ネットワークス事業部 顧問(企画グループ)        |
| 大森 栄樹    | 松山市 総合政策部 電子行政課長                                         |
| 齊藤 愛一朗   | 財団法人サービス公社みの 情報センター 所長                                   |
| 島崎 智之    | 日本電気株式会社 四国支社 公共第一営業部 課長                                 |
| 菅 博次     | アイコム株式会社 国内営業部 四国営業所長                                    |
| 高木 謙一    | 三豊市 政策部長                                                 |
| 田中 拓也    | シスコシステムズ株式会社 西日本公共営業本部長                                  |
| 遠山 美弘    | 西日本電信電話株式会社 香川支店 副支店長                                    |
| 豊田 秀明    | 株式会社STNet 通信システム本部 通信システム部<br>担当マネージャー(平成19年3月1日から高知支店長) |
| 座長 福永 哲也 | 独立行政法人国立高等専門学校機構<br>詫間電波工業高等専門学校 電子工学科 教授                |
| 藤原 俊之    | 香川県 政策部 情報政策課長                                           |
| 吉本 日出夫   | 社団法人情報通信設備協会 四国地方本部 業務委員長                                |

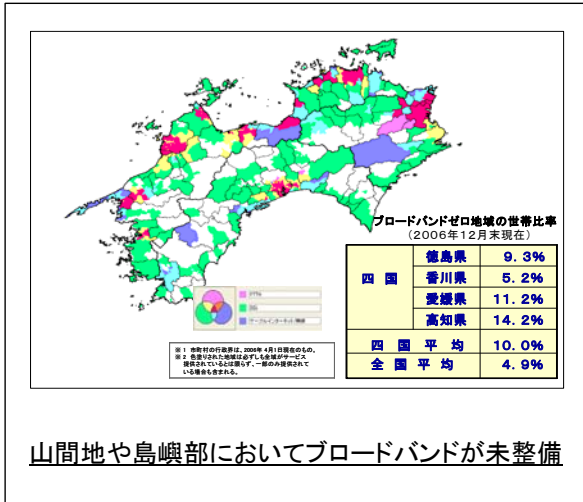
# 四国におけるデジタル・ディバイド状況

「IT新改革戦略」(IT戦略本部2006年1月)

2010年度までに光ファイバ等の整備を推進するとともに、ブロードバンド・ゼロ地域の解消 等

「次世代ブロードバンド戦略2010」(総務省2006年8月)

2010年度へ向けたブロードバンド・ゼロ地域の解消等の整備目標 等



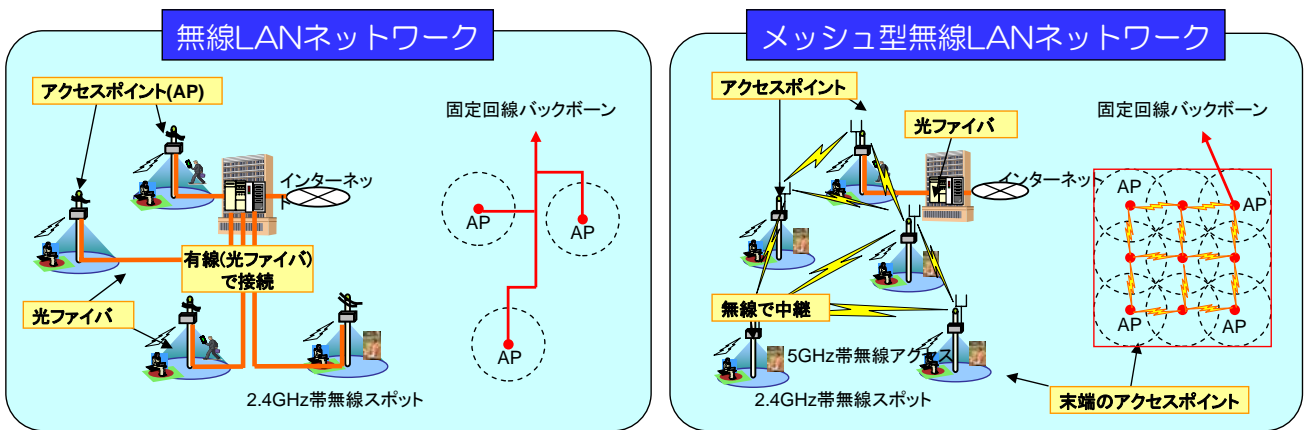
山間地や島嶼部においてブロードバンドが未整備

## 離島におけるブロードバンド状況

| 県名 | 離島 | ADSL | 地域イントラネット |
|----|----|------|-----------|
| 徳島 | 2  | 0    | 1         |
| 香川 | 21 | 2    | 0         |
| 愛媛 | 32 | 10   | 12        |
| 高知 | 2  | 0    | 0         |
| 四国 | 57 | 12   | 13        |

自治体が島と本土間を無線回線で結び島内の小中学校、診療所、出張所等に地域公共ネットワークを構築しているが、各家庭へのラスト・ワンマイルの整備が課題

## デジタル・ディバイド対策とメッシュ型無線LANネットワーク



### 特 徴

- ・すべてのアクセスポイントを有線(光ファイバ)で接続。
- ・アクセスポイント当たりの通信速度は一定。
- ・通信ルートは固定。
- ・デジタル・ディバイド対策としては固定型利用が多い。

- ・アクセスポイント間を無線で接続。(エリア内の有線(光ファイバ)が不要で拡張性が高い)
- ・末端のアクセスポイントの通信速度は低下する。
- ・アクセスポイント間を網目(メッシュ)接続することで、通信量に応じ、通信経路を動的に設定。
- ・固定型利用に加えモバイル型利用も可能。

### メッシュ形無線LANネットワークの活用により

従来の固定型利用に加え、モバイル型利用も想定した無線LANネットワークの整備によって、訪問看護等の高齢者に向けたよりきめ細かな行政サービスや都市圏等からの地域の自然・観光・歴史等をじっくりと楽しむ中長期滞在者に向けたサービスなど、より効果的なネットワークの活用が期待できる



# メッシュ型無線LANの技術調査

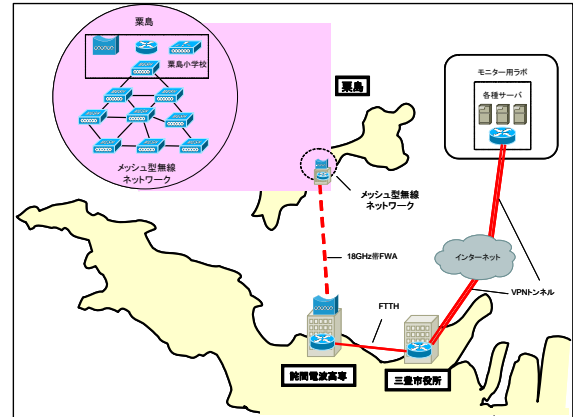
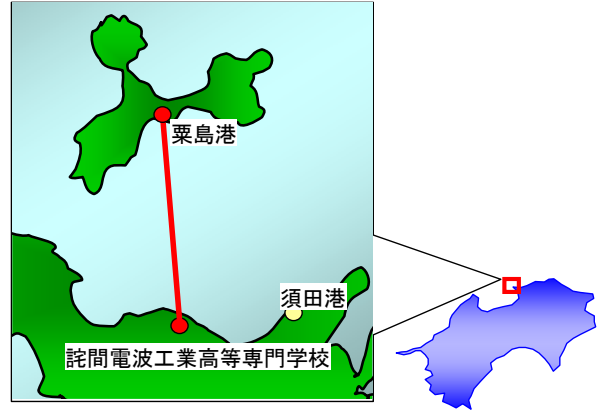
デジタル・ディバイド地域の香川県三豊市詫間町粟島において、技術調査を平成19年2月1日～3月5日で実施

## 粟島の概要

- ・面積: 3.68km<sup>2</sup>      ・周囲: 約16km
- ・人口: 369人          ・世帯数: 215世帯
- ・高齢化率: 71.9% (平成18年10月1日現在)
- ・須田港－粟島港 (1日8往復)
- ・定期船運行 (定員70名)
- ・距離: 約4km、乗船時間: 15分

## 試験システム全体概要

- ・約0.16km<sup>2</sup> (95世帯)を試験対象エリア
- ・島内に固定型アクセスポイントを8箇所設置
- ・粟島～詫間間を18GHz帯FWAで接続
- ・粟島からのインターネットは三豊市役所経由



# アクセスポイント設置状況



試験対象エリア風景(粟島港付近)

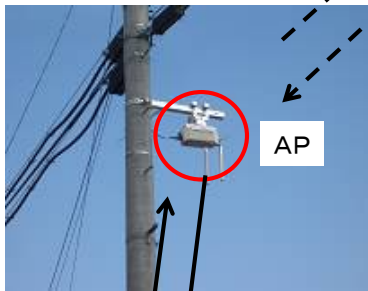
三豊市粟島出張所屋上



メッシュ型無線LAN装置 (アクセスポイント: AP)

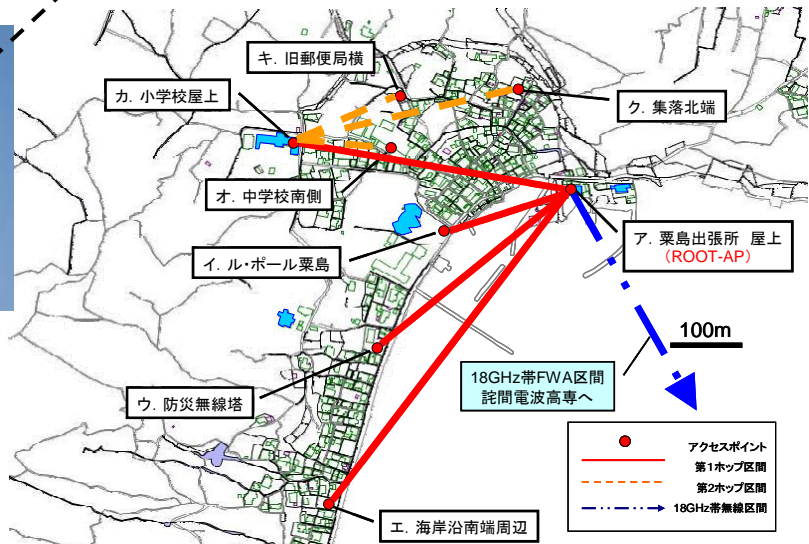
詫間高専向け 18GHz中継装置

ル・ポール粟島横電柱



AP周辺へのサービス 2.4GHz帯 (各家庭や移動体向け)

AP～AP 5GHz帯

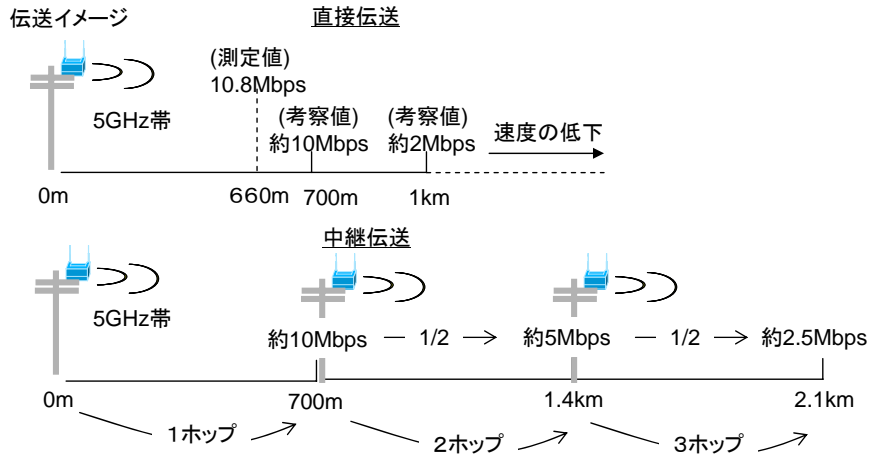


# 試験結果と考察

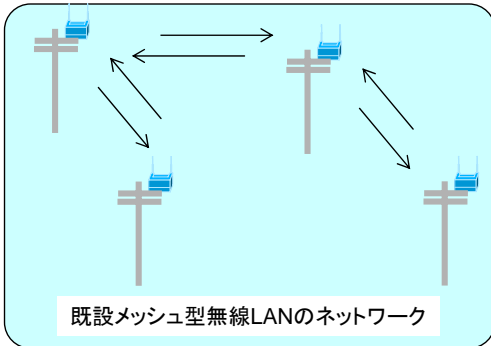
## ○アクセスポイント間 (5GHz帯:IEEE802.11j)

約10Mbps……700m  
約2Mbps……1km

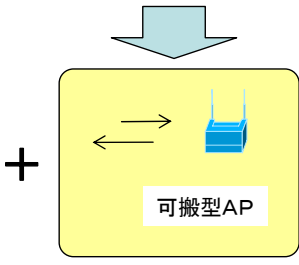
アクセスポイントで中継することにより  
伝送速度が1/2以下に低下



3ホップ(2回中継)し、かつ、3ホップ後のスループットを2Mbps以上とするためには、最初のアクセスポイント間の距離を最大でも約700m以下として使用することが望ましい

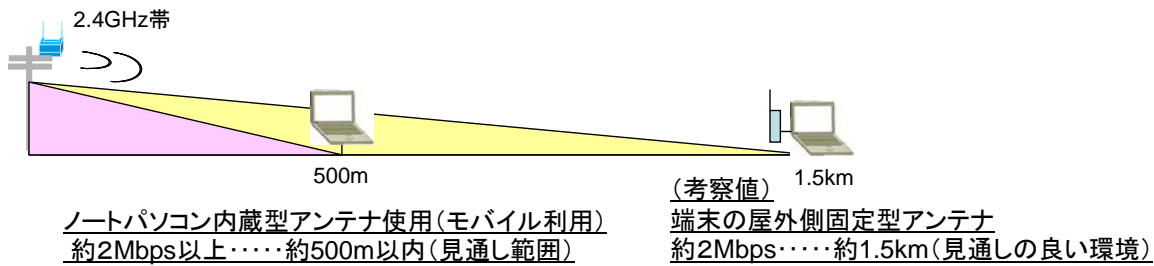


アクセスポイントに電源投入後  
約5分でネットワーク構築可能



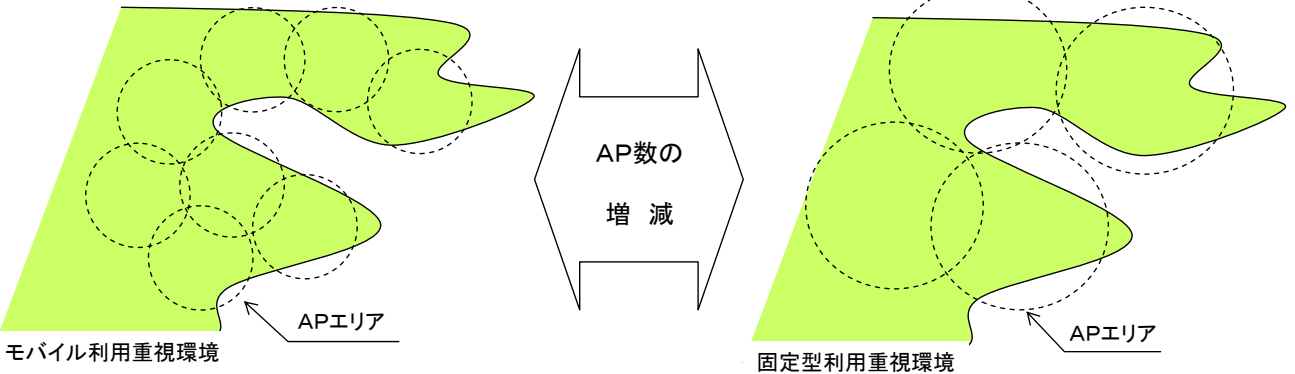
デジタル・ディバイドの通信手段が  
少ない地域において災害発生時等  
柔軟かつ容易にブロードバンドの  
臨時回線を構築できる

## ○アクセスポイントー端末間(2.4GHz帯:IEEE802.11b/g)

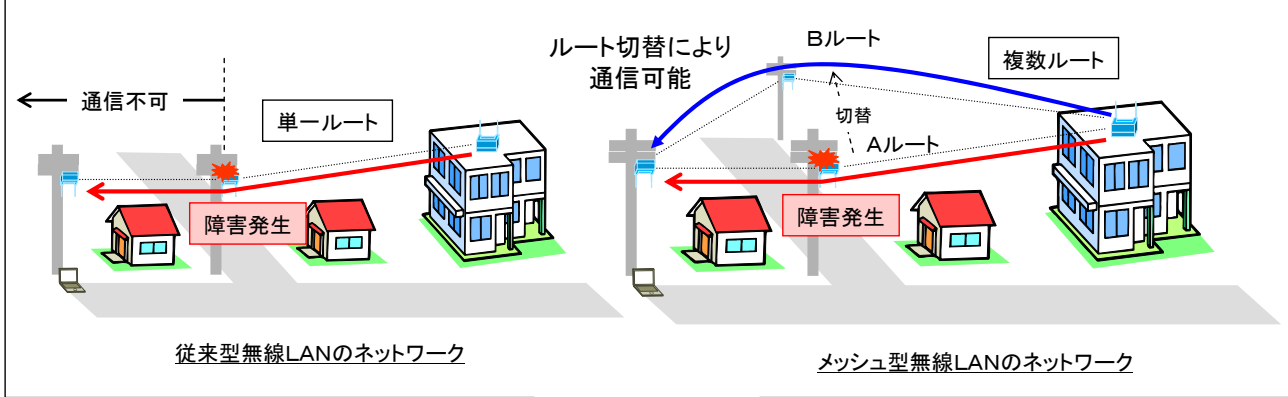


離島の港付近の住宅地域や山間部の住宅地域等の複雑な地形に合わせアクセスポイントを配置することで、当該地域を面的にカバーするとともに、AP間に光ファイバー等を敷設せずにブロードバンド環境を効率良く整備可能

どの程度のモバイル環境として整備するのかによって、APの設置数を増減できるので、効率良く整備可能

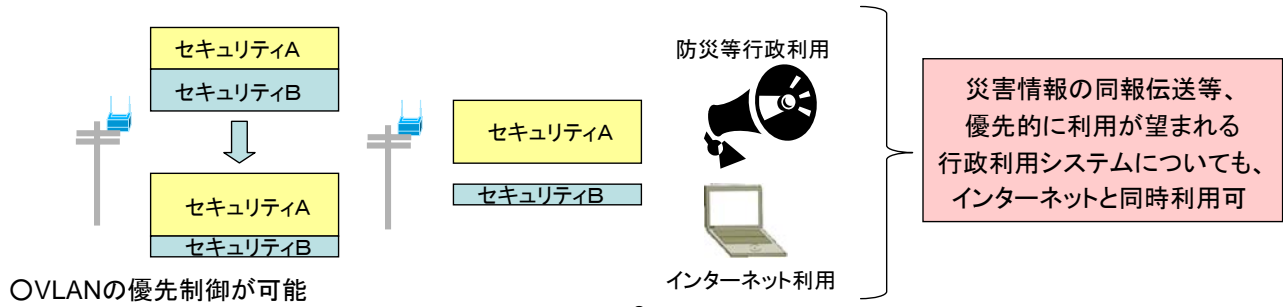


○通信ルートでの無線機器障害発生から約95秒で別ルートへ自動的に迂回させることができる



無線機器障害が発生しても即座に修理・復旧対応ができない離島や山間部等のデジタル・ディバイド地域で、常に利用できる

○VLAN毎に個別のセキュリティを適用が可能



8

## メッシュ型無線LANの有効性

試験結果からメッシュ型無線LANの四国のデジタル・ディバイド地域でのラスト・ワンマイルへの適用を評価すると、以下のよう  
なメリットや特徴があり、ブロードバンド環境整備に有効なシステムと考えられる。

### 地形に合わせたブロードバンド整備が可能

メッシュ型無線LANは、離島の港付近の住宅地域や、山間部の住宅地域等の複雑な地形に合わせアクセスポイントの配置により、当該地域を面的にカバーするとともに、アクセスポイント間に光ファイバ等有線を敷設せずにブロードバンド環境を効率良く整備することができる。

### モバイル型利用のためのブロードバンド整備が可能

デジタル・ディバイド地域では高齢化とともに、高齢者への医療・福祉・在宅支援等の課題を抱えている。メッシュ型無線LANは、固定型利用に加えモバイル型利用も可能となるため、高齢者に対する訪問看護等の際に、パソコンの利用もできる利便性を有している。どの程度のモバイル環境とするのかによってアクセスポイントの設置数を増減できるので、効率良く整備ができる。

### 民・官共同利用できるブロードバンド整備が可能

デジタル・ディバイド地域では、単にインターネットの接続環境の整備では、利用者も限られている。VLAN機能により仮想的にネットワークを分離して、VLAN毎に個別のセキュリティを適用することが可能であり、かつ、VLANの優先制御が可能のため、インターネット等の民間利用と、災害情報の同報伝送等優先利用が望まれる行政利用が、同時に使用できる実用性を有している。

### 信頼性の高いブロードバンド整備が可能

離島や山間部等のデジタル・ディバイド地域では、無線機器の障害が発生しても即座に修理・復旧対応ができない状況、これら障害時においてもブロードバンド環境を常に利用できる信頼性が求められる。メッシュ型無線LANは、通信ルート上での無線機器の障害発生があっても代替ルートへ自動的に迂回させるため、災害時においても常に利用可能な(信頼性のある)ブロードバンド環境を構築することができる。

### 災害時等に臨時回線を容易に構築できるブロードバンド整備が可能

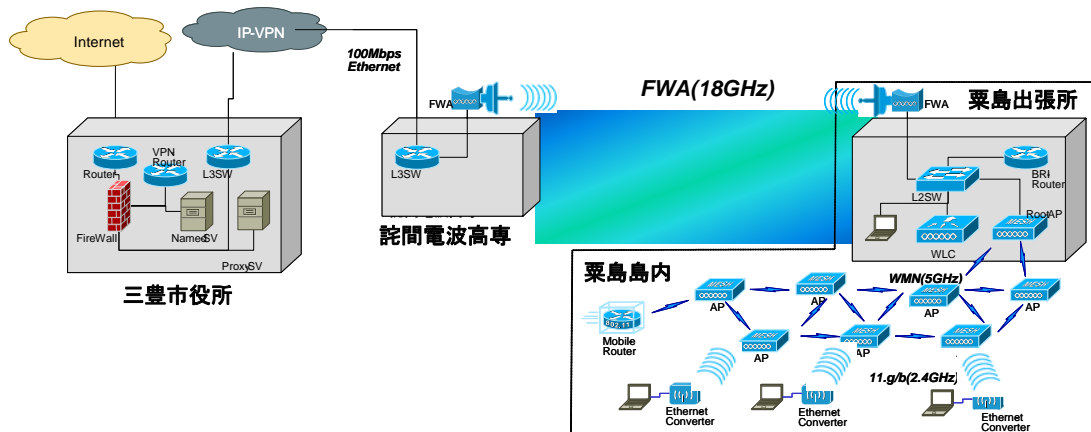
デジタル・ディバイド地域の通信手段が少ない地域においては、災害時等の通信手段の確保は非常に困難である。メッシュ型無線LANは、自律的に通信ルートを設定するため、災害発生時等において可搬型のアクセスポイントを災害現場に搬入することで、臨時のブロードバンド回線を柔軟かつ容易に構築できる特徴を有している。

## 公開試験におけるデモンストレーション会場(2/22~23)



10

## ○家庭利活用



ネットワーク構成図

### インターネットアクセス

- 一般の速度測定サイトに接続したところ  
0.9Mbps~0.3Mbpsのスループット
- (この日は、インターネットアクセスと  
同時にIPカメラ4台のライブ映像を伝送を実施)



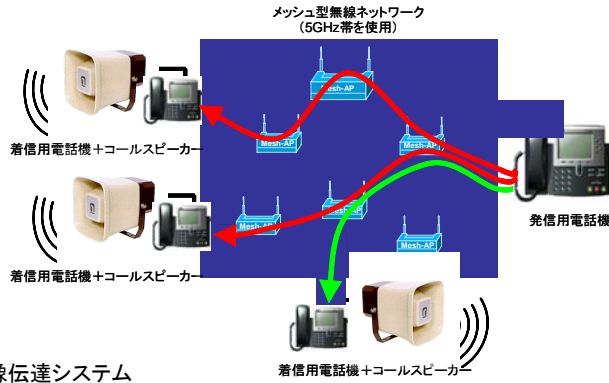
インターネットアクセス展示風景



## ○防災利活用

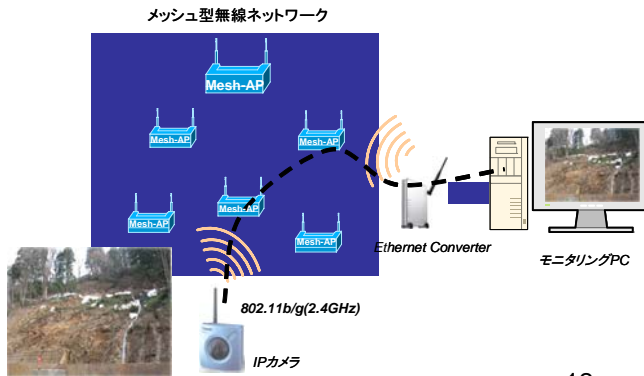
### 防災無線連絡システム

緊急時に、IP電話機で発信することにより、電柱に設置した屋外用スピーカーから緊急情報を放送することができる「地域無線連絡網」としての活用を想定



### 災害映像伝達システム

土砂崩れや山火事等の災害現場の状況を映像により早期に把握(無線IPカメラは、定点観測だけではなく移動型とすることで、無線の特性である設置場所の自由度を活かす)

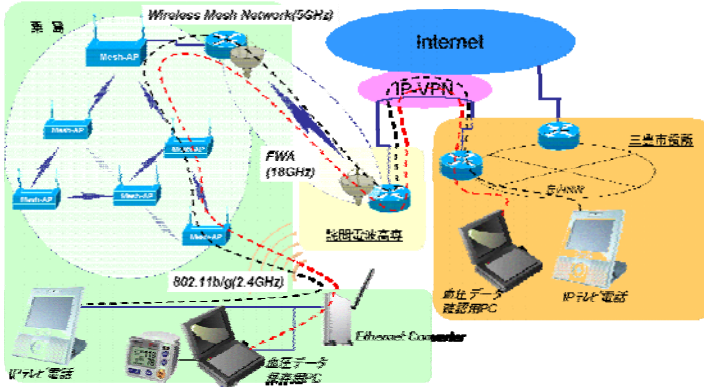


12

## ○行政活用

### 窓口相談システム

粟島出張所,三豊市役所間をIPテレビ電話で結び、本庁担当職員による各種の行政・健康の相談を受け付け(血圧測定器をパソコンに接続すれば、血圧データ(履歴)を基に、適切なアドバイス等も可能)



### 三豊市職員からの意見

「介護サービス等を申し込んでいない高齢者宅を市職員の訪問は1~2ヶ月に1回、テレビ電話なら、頻りに連絡ができ、高齢者の見守りとしても有効。」

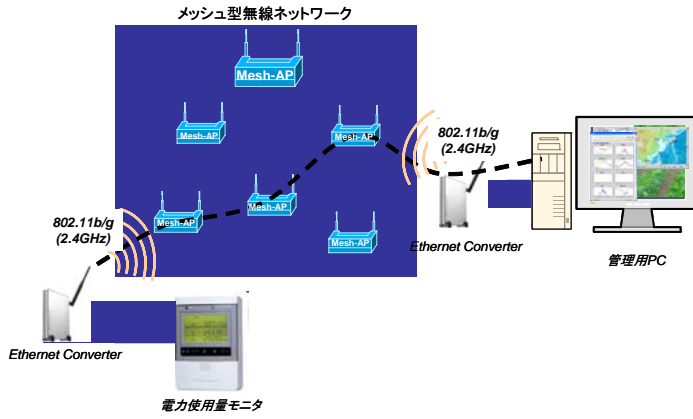
また、  
「粟島出張所の常駐職員は1~2名であり、専門家ではないので、福祉等の相談は担当部署でないとわからないことがある。  
出張所にテレビ電話端末があれば、市役所の受付が島にある状況と同じ。」

13

## ○センサー利用

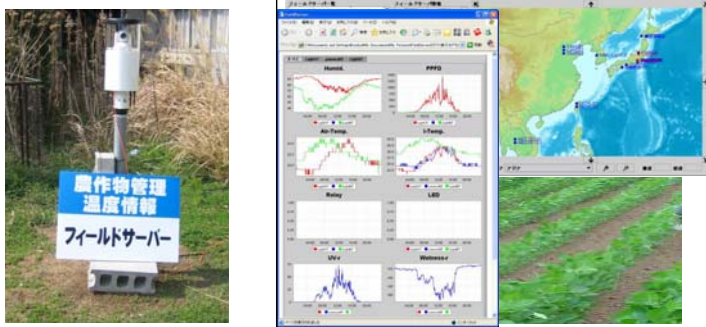
### 高齢者見守りシステム

独居老人や要介護者の自宅等に電力使用量モニタを設置し、電気使用の有無により安否確認に利用



### 農作物管理温度情報システム

360度カメラや気温、湿度、日射量等のセンサと無線LAN機能とを内蔵した、屋外設置用センサー端末(フィールドサーバ)による映像や各種環境データの収集



電子タグの併用による所在把握  
電子タグの電波を複数のアクセスポイントで受信  
アクセスポイント毎の強弱を利用して位置を測定



14

## ○その他



2.4GHz



粟島～須田間の連絡船において

IPカメラのライブ映像伝送(約1Mbpsの使用帯域設定)  
を行った結果、粟島から約2kmまで映像を受信



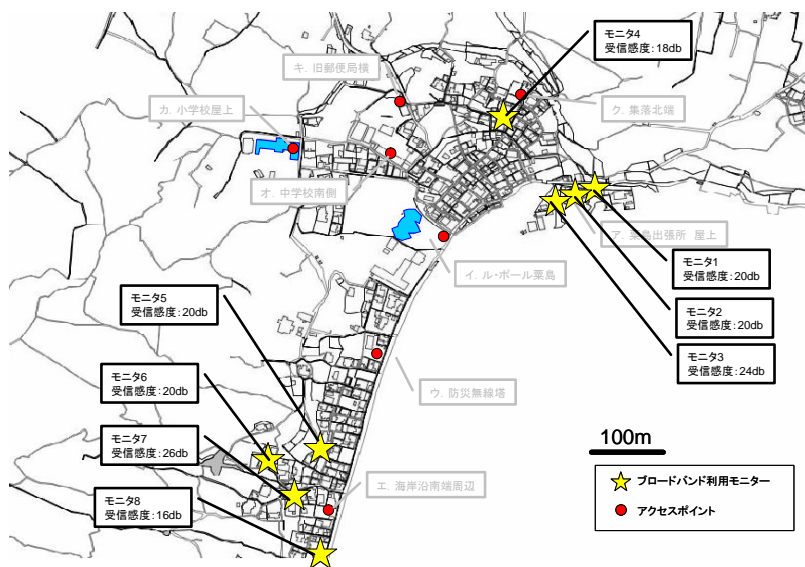
15



## インターネットモニタ

粟島のインターネット利用者のうち8名に対し、ノート型パソコンを貸与し、インターネット接続を体験して頂いた。

**モニタ期間**  
2007年2月6日から2007年3月5日までの1ヶ月間



### モニタ結果

普段利用している回線と比べていかがでしたか。

|                  |    |
|------------------|----|
| ア 今使っている回線より速い   | 7名 |
| イ 今使っている回線と同じぐらい | 1名 |
| ウ 今使っている回線より遅い   | 0名 |

期待する速さと比べていかがでしたか。

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| ア 思ったより速い                          | 4名 |
| イ 普通                               | 1名 |
| ウ 思ったより遅い                          | 2名 |
| エ その他(初めは速かったが、そのうちそうでもなくなった気がする。) | 1名 |

「モニタしたシステムと同様なシステムが整備されたら、使いたいと思いますか。」

|           |    |
|-----------|----|
| ア 使いたい    | 5名 |
| イ 使いたくない  | 2名 |
| ウ どちらでもない | 1名 |

### 総合評価

モニタの多くがメッシュ型無線LANによるブロードバンド環境に対し、従来の回線と比較し、速くなったと評価、ブロードバンド環境構築への期待は大きい。  
(モニタ宅にイーサネットコンバータの室内アンテナを使用、場所によっては良好なスループットが得られない。)

## 地理的特性に合わせたネットワーク構築

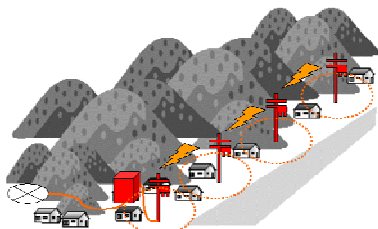
| 類型名称                     | 適用が考えられるネットワーク構築手法                                                                                         |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 密集型地域<br>(例：島嶼部の港、駅付近等)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>個別接続方式</li> <li>メッシュ型無線LAN接続方式</li> </ul>                           |
| 一連型地域<br>(例：沿岸部、河川・道路沿い) | <ul style="list-style-type: none"> <li>多段接続方式</li> <li>個別接続方式＋拠点間中継接続方式</li> <li>メッシュ型無線LAN接続方式</li> </ul> |
| 点在型地域<br>(例：山間部の集落)      | <ul style="list-style-type: none"> <li>個別接続方式＋拠点間中継接続方式</li> </ul>                                         |
| 散在型地域<br>(例：山間部の住宅点在地)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>拠点間中継接続方式</li> </ul>                                                |

個別接続方式：エリアをポイントの(局所的)にカバーする手法

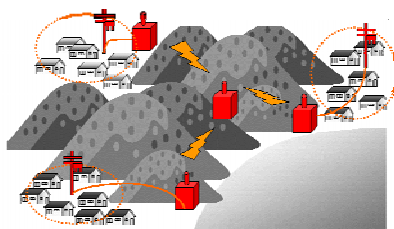
多段接続方式：各端末向け通信を行いながら同時にアクセスポイントの多段中継(アクセスポイントを数珠繋ぎに接続)を行う手法

メッシュ型無線LAN接続方式：アクセスポイントを網目(メッシュ)状に接続する手法

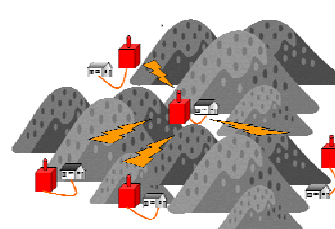
拠点間中継接続方式：拠点間を高速な回線で中継する方式



「多段接続方式」による適用イメージ



「個別接続方式＋拠点間中継接続方式」による適用イメージ



「拠点間中継接続方式」による適用イメージ

## ワイヤレス・ブロードバンド構築にあたっての課題と留意点

### 技術的課題と留意点

- 地域環境による特性を考慮したネットワークの構築  
建物や山肌、海面によるマルチパスによる通信速度の低下を考慮
- 情報セキュリティ対策を考慮したネットワークの構築  
なりすましや改ざんなどのセキュリティ侵害行為が予想されるため、適切な認証・暗号化
- 最新の技術動向を考慮したネットワーク構築  
WiMAXや、MIMO技術技術動向を踏まえ、効率的に整備
- メッシュ型無線LAN等との組合わせを利用したネットワーク構築  
従来の無線LANやメッシュ型無線LANとの組合せや、WiMAX等との組合せによるメリットを活用し整備

### ブロードバンド環境整備の課題と留意点

- ニーズに即したアプリケーションの必要性  
四国のデジタル・ディバイド地域の多くは過疎化、高齢化等の問題を抱えている地域が多く、単にインターネットの接続環境の整備では、サービス加入者の確保は難しい。  
特に、離島においては、診療所はあるものの医師が在住しておらず、定期的に保健士が島内を巡回する地域もあることから、医療、介護・福祉等の各種サービスやアプリケーションの提供によって、ブロードバンド環境整備に対するより多くの需要が期待される。
- ブロードバンド環境の行政利用の検討  
自治体も地域住民に対する行政サービスの提供として、水道使用メータにセンサをつけ、毎月の水道使用量の検針システムとして運用する他、水道使用量による高齢者見守りシステムとしての活用等が考えられる。  
ブロードバンド環境の行政利用は、初期設備及び維持コストの行政負担も考えられることから、ブロードバンド環境整備の大きな推進力になるものとする。
- 高齢者に対するユニバーサルデザイン  
デジタル・ディバイド地域では、高齢化が進んでいるため、高齢者が簡単かつ、各種のアプリケーションを容易に利用できるようにすることが必要である

## 「四国地方におけるデジタル・ディバイド対策のための無線LANの活用に関する調査検討会」の報告書は

四国総合通信局

[Http://www.shikoku-bt.go.jp/chosa](http://www.shikoku-bt.go.jp/chosa)