

**地域公共ネットワーク構築モデル仕様  
(第1.0版)**

**平成19年4月**

**財団法人全国地域情報化推進協会**

## 目次

1. 地域公共ネットワークの整備にあたっての構築モデル仕様の位置付け .....	2
2. 構築モデル仕様 .....	3
2. 1 有線・無線モデルケース比較等 .....	3
2. 2 機器機能・設置方法 .....	43
2. 3 遠距離、多段中継、相互干渉 .....	46
2. 4 降雨減衰等天候関係 .....	62
2. 5 地形関係 .....	80
2. 6 その他技術等 .....	82
3. 民間開放等実施団体事例一覧（財産処分届出順） .....	92
4. 事例集 .....	97

## 1. 地域公共ネットワークの整備にあたっての構築モデル仕様の位置付け

本構築モデル仕様は、地域公共ネットワーク（市町村内の学校、図書館、公民館、市役所等の公共施設間を、高速・超高速で接続し、キオスク端末やインターネットを経由して、住民に行政情報等を提供し、地域の行政、教育、福祉、医療、防災等において、ICT利活用の高度化に資するネットワーク。以下同じ。）を導入する際に前提となる地方公共団体等ユーザの規模や環境、目指すべきサービスレベル、活用する技術やその標準などの要件を整理したものであり、各地方公共団体が、地域公共ネットワークを整備する際において、必要又は参考となる実際の実験結果や事例等を取りまとめて作成したものである。

本仕様の策定により、

- ①光ファイバ等の有線、18GHz 帯等の無線のいずれにより地域公共ネットワークを構築すべきかについて複数のモデルケースによる比較が可能
- ②無線使用時の降雨減衰等天候関係及び地形関係の影響を考慮することにより、効率的な整備が可能
- ③地方公共団体が実際に整備を行った事例から、類似案件との比較検討等が可能

などの効果が見込まれるところである。

地域公共ネットワークの整備全般に渡る仕様である「地域公共ネットワークに係る標準仕様」と併せて本構築モデル仕様を活用することにより、公共ネットワークの導入促進の一助とする。

本構築モデルは、平成 14 年度以降に総務省、各総合通信局及び総合通信事務所で実施された調査研究及び作成された事例集等並びに地方公共団体及び事業者から提供された資料（以下、「調査研究等」という。）から、地域公共ネットワーク整備時に有益となる情報を抜粋した。従って、調査研究等は全て作成時点のものであり、現時点の情報ではないことに留意されたい。

また、一部の報告書については、Web 上で公開されていないものを含んでいるため、詳細については、作成先に問い合わせ願いたい。

## 2. 構築モデル仕様

### 2. 1 有線・無線モデルケース比較等

有線と無線についてモデル地域でのイニシャルコスト、ランニングコストを比較した事例を中心に収集した。概要については以下のとおり

#### ○概要一覧

	報告書等名	概要
平成 17 年 7 月 15 日	総務省 「全国均衡のあるブロードバンド基盤の整備に関する研究会最終報告書 次世代ブロードバンド構想 2010～ディバイド・ゼロ・フロントランナー日本への道標～」 (第 8 章 P95～99) . . . . . 5	FTTH、ADSL、FWA の世帯あたり整備コストの事例
平成 18 年 12 月	総務省 ブロードバンド未整備エリアにおけるラストワンマイル整備に係るコスト試算の一例 (暫定) . . . . . 7	FTTH、各無線システムについて、モデル地域でのイニシャルコスト比較
平成 16 年 3 月	北海道総合通信局 「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」 (P 5～9) . . . . . 8	<ul style="list-style-type: none"> <li>・光ファイバ及び 18GHz 帯無線システムの一般的イニシャルコスト、ランニングコスト比較</li> <li>・地域公共ネットワークでの光ファイバと 18GHz 帯無線システムについて、実証実験を行った 5 ルートでのイニシャルコスト、ランニングコスト比較</li> <li>・電気通信事業用 (携帯電話基地局の中継回線) での光ファイバ、18GHz 帯、電気通信業務用無線回線のイニシャルコスト、ランニングコスト比較</li> </ul>

平成 16 年 3 月	東北総合通信局 「地域公共ネットワークにおける自 営系無線システムの実態調査」 (P63～69) . . . . . 14	・光ファイバと 18GHz 帯無線システ ムについて、モデル地域でのイニシ ヤルコスト、ランニングコスト比較
平成 17 年 3 月	四国総合通信局 「中山間地域におけるワイヤレスブ ロードバンドに関する検討」 (P117～121) . . . . . 21	・光ファイバと 18GHz 帯無線システ ムについて、モデルケースでのイニシ ヤルコスト、ランニングコスト比較
平成 18 年 3 月	九州総合通信局 「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」 (P82～86) 広島県呉市 . . . . . 25	・光ファイバと 18GHz 帯無線システ ムについて、呉市内 2 区間でのイニシ ヤルコスト比較
平成 15 年 5 月	北海道総合通信局 「無線アクセスシステムによるブ ロードバンド環境の実現に関する調査 研究」 (資-30) . . . . . 26	以下について同一条件でのモデル システムによる設置試算 ・ 5 GHz 帯無線アクセスシステムを 使用した構築例 ・光ファイバを使用した構築例
平成 16 年 3 月	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会」 (P83～91) . . . . . 28	・光ファイバと 5 GHz 帯及び 18GHz 帯無線システムについて、モデル地域 での、接続部分及び域内部分別のイニ シヤルコスト、ランニングコスト比較
平成 17 年 3 月	東海総合通信局 「飛騨地域における情報化推進に関 する調査研究報告書」 (P54～55) . . . . . 34	・18GHz 帯 FWA の 4 パターンでの設 置イメージ
平成 18 年 3 月	中国総合通信局 「中山間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」 (P5-9～5-14) . . . . . 36	・ 5 GHz 帯多段接続 FWA と光伝送路 方式 FWA について、モデル地域での イニシヤルコスト、ランニングコスト 比較
平成 16 年 3 月	九州総合通信局 「近接離島のブロードバンド・アクセ ス推進のための実証実験に関する調 査研究」 (P61～62) . . . . . 42	・ 2.4GHz 帯小電力データ通信システ ム、18GHz 帯公共業務用無線アクセ スシステム及び 40GHz 帯ケーブルテ レビ網デジタル無線分配伝送システ ムについて、離島と本土間の距離が近

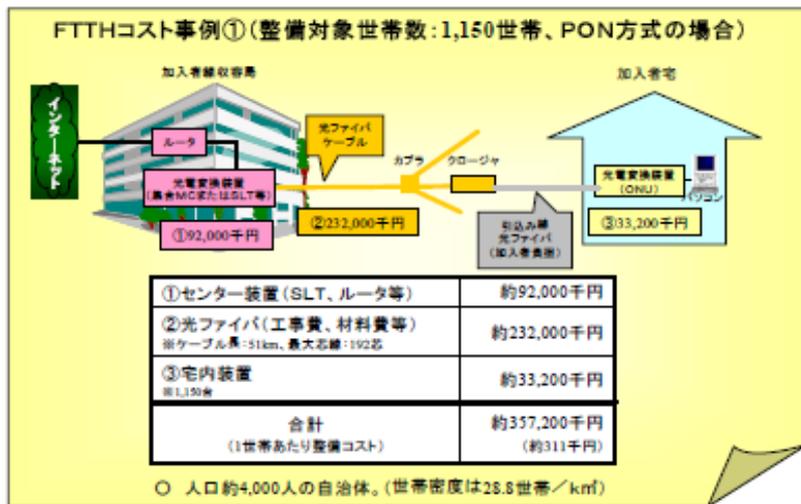
	距離・中距離（5 km以内）の場合と 長距離（5～10 km）の場合に区分 し、検討
--	--

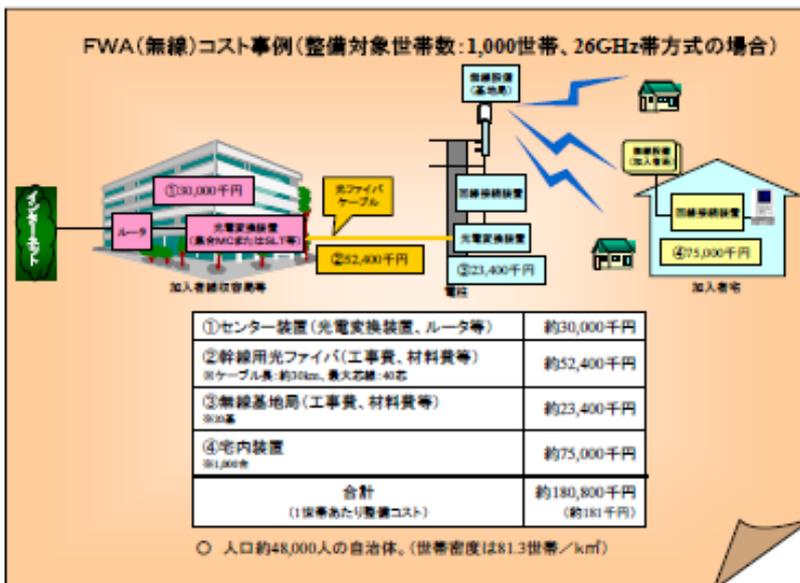
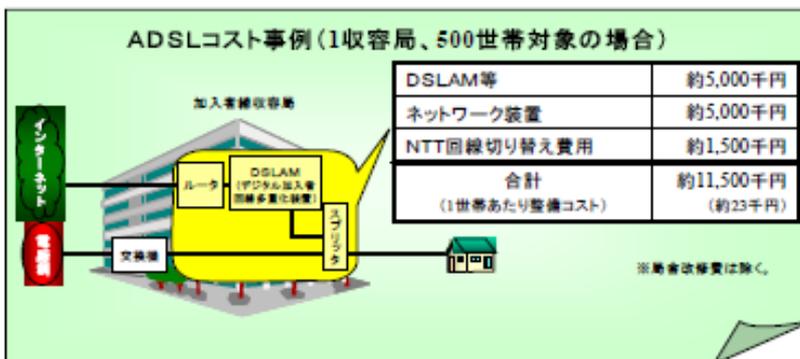
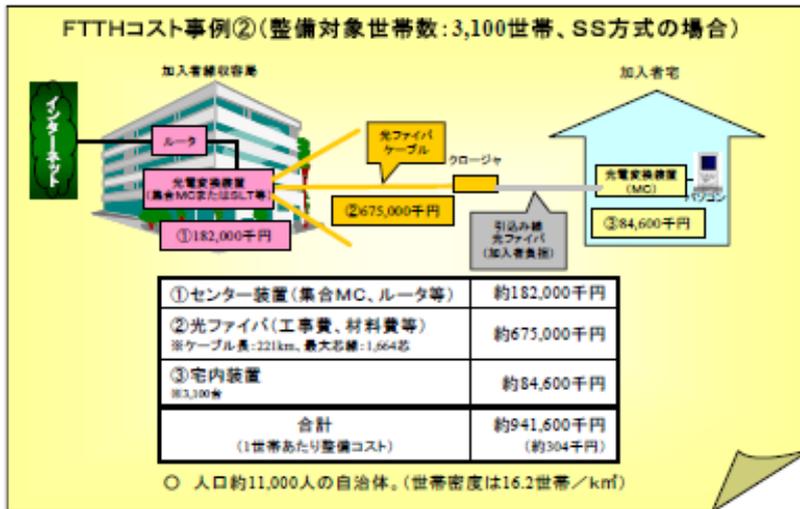
総務省 平成 17 年 7 月 15 日  
 全国均衡のあるブロードバンド基盤の整備に関する研究会最終報告書 次世代ブロードバンド構想 2010～ディバイド・ゼロ・フロントランナー日本への道標～  
 （第 8 章 P95～99）

ブロードバンドの整備コストについては、整備地域の地形や世帯分布状況、設備構成、局舎の状況等の諸条件により変動するため、標準的なコストを提示することは容易ではないが、いくつかの地方公共団体における整備事例及び事業者ヒアリングをベースにあくまでも事例として例示すると次のとおり。以下の事例では、FTTH については、1 世帯あたり約 30 万円、ADSL では 23,000 円程度、FWA では約 18 万円となっている。

FTTH、ADSL、FWA の世帯あたり整備コストの事例

FTTH（PON方式、SS方式）、ADSL及び無線（FWA）について具体的な整備事例をもとに提示。なお、設備構成、世帯分布の状況、地形、局舎の状況等の諸条件によりコストは変動するので、あくまで例示として提示する。

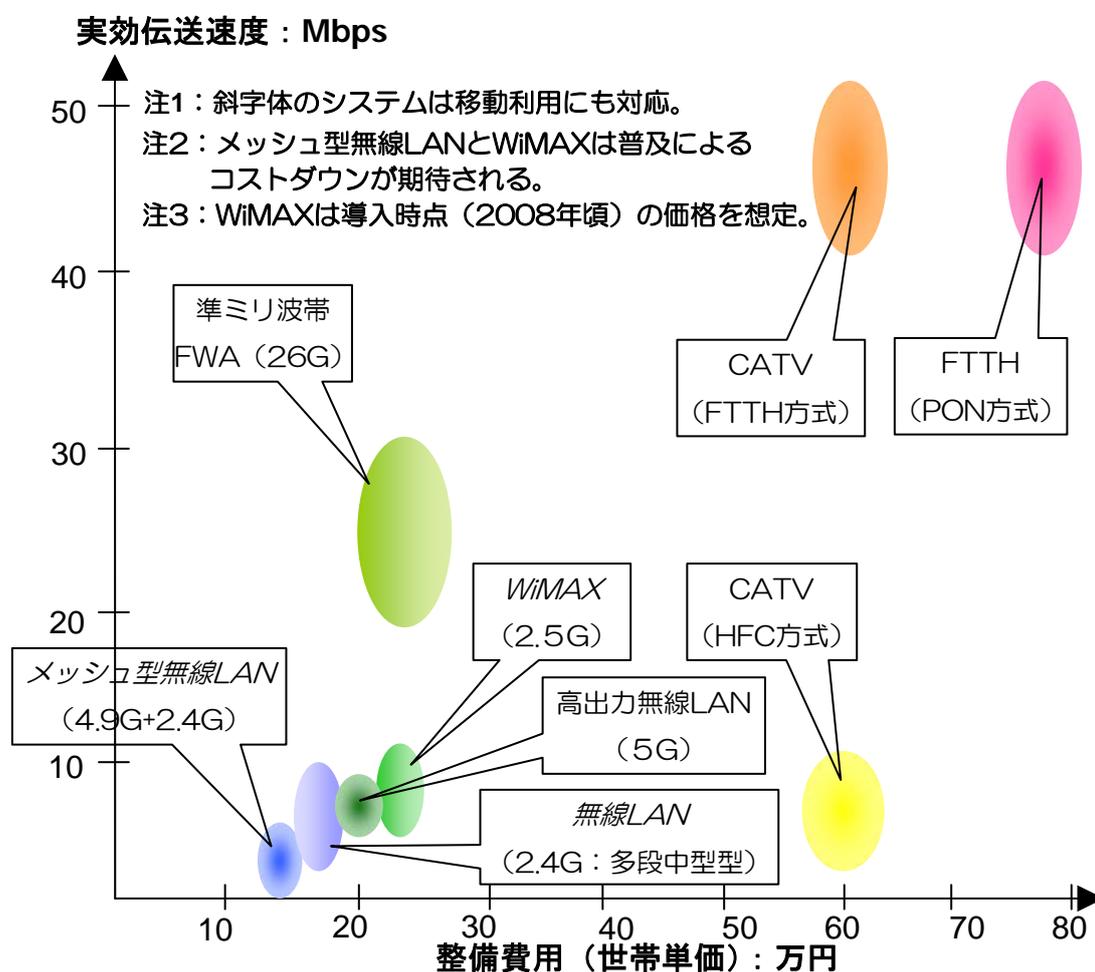




総務省 平成 18 年 12 月

ブロードバンド未整備エリアにおけるラストワンマイル整備に係るコスト試算の一例（暫定）

整備費用（世帯単価）と実効伝送速度から見た費用対効果



#### 留意事項

- ・ この試算は一つのシミュレーションによるコスト試算の一例を示したものであり、標準的なコストモデルを示そうとするものではない。
- ・ 前提条件の違い等によって、結果は異なるものであり、また、今後の技術の発展や市場動向等によっても数値は変わっていくものである。

コスト試算の前提条件等

- ・ 自治体等が整備し、民間事業者が運営。
- ・ 仮想地域の面積を 100 平方 km、世帯数を 3,000 世帯と想定。
- ・ 「中心部」(36 平方 km : 2,000 世帯) はブロードバンド整備済みエリア、「周辺部」(64 平方 km : 1,000 世帯) を「ブロードバンド未整備エリア」と 想定し、「周辺部」のラストワンマイル整備に係るコストを試算した。
- ・ 周辺部の手前までのエントランス回線には自治体所有の地域公共ネットワークを使用できるものとした。
- ・ ネットワークの設計率を 70%、世帯加入率を 50% (加入世帯数 : 500 世帯) とした。

整備費用 (世帯単価) 対実効伝送速度 < 暫定試算結果 >

	無線系システム (固定利用 + 移動利用)			無線系システム (固定利用)		有線系システム		
	無線 LAN (2.4G : 多段中継型)	メッシュ型 無線 LAN ( 4.9G + 2.4G)	WiMAX (2.5G)	高出力無 線 LAN (5G)	準ミリ波 帯 FWA (26G)	FTTH (PON 方 式)	CATV (FTTH 方式)	CATV (HFC 方 式)
世帯単価 (万円)	約 15	20 弱 注 1	20 強 注 1,2	約 20	20 台の 前半	約 80	約 60	約 60
実効伝送速 度(Mbps)	1-5	2-10	5-10	5-7	20-30	40-50	40-50	3-10

注 1 : メッシュ型無線 LAN と WiMAX は普及によるコストダウンが期待される。

注 2 : WiMAX は導入時点 (2008 年頃) の価格を想定。

北海道総合通信局 平成 16 年 3 月

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

(P 5 ~ 9)

地方公共団体等が 18GHz 帯無線システムを利用して地域公共ネットワーク等を構築する

場合及び電気通信事業用（携帯電話基地局の中継回線）とする場合に、どの程度経済性に優れているかを検証することとした。

一般的に、光ファイバと比較し工事期間が短く、経済性に優れていると言われているが、ここでは具体的な経済性の検証を試みた。検証するにあたっては、イニシャルコスト（初期費用）とランニングコスト（保守管理費用）を分けて考えなければならない。導入事例をもとに以下のとおり検証を行った。

なお、ランニングコストには減価償却関係分及び電気代等を含めていない。

## 1 イニシャルコスト、ランニングコストの比較検討

### 1-1 光ファイバのコスト

ここでは、過去にネットワーク構築のために実際に行った光ファイバ工事の事例をもとに、光ファイバのコストを検証することとした。

表 1-1

単位：円

イニシャルコスト	事例 1	事例 2	事例 3
総延長 (km)	1	6	20.1
施設引き込み数 (カ所)	1	7	10
光ファイバ他機器費	350,000	9,000,000	59,820,376
工事費及び諸経費	2,500,000	11,000,000	55,031,624
事務費 (申請費)	50,000	2,300,000	1,500,000
合計	2,900,000	22,300,000	116,352,000
Km 単価	2,900,000	3,716,666	5,788,656

ランニングコスト			
光ケーブル保守点検費 (年額)		700,000	840,000
電柱共架費 (年額)	34,000	108,000	478,200
電柱本数	20	120	453
合計	34,020	808,120	1,318,653
Km 単価	34,020	134,686	65,604

表 1-1 から、光ファイバによる費用は、次のとおりであり、本書においては、以降光ファイバの費用算出について、次の単価を使用することとする

イニシャルコスト (1 km あたり)	3,000 千円～5,700 千円
---------------------	-------------------

ランニングコスト（1 km あたり）	80 千円～140 千円
--------------------	--------------

## 1-2 18GHz 帯無線システムのコスト

18GHz 帯無線システムのコストについては、今回調査研究に参加したメーカー各社からの見積もりをもとに検証を行った。

なお、本システムは開発されたばかりであること及び今後の需要に応じ価格の変動が予想されることから、ここでは各社の具体的な金額等は控えることとした。結果は次のとおりである。

イニシャルコスト（1 対向）	
無線機器費	3,000 千円～5,000 千円
工事費	1,000 千円～3,000 千円
無線局申請料等	300 千円～600 千円
合計	4,300 千円～8,600 千円

※ 当該工事費は、比較的容易に設置可能な施設での積算であり、施設の状況、設置場所などの状況により、変動するものである。  
(2-4 留意すべき工事の例を参照のこと)

ランニングコスト（1 対向）	
保守点検費（年額）	300 千円～500 千円

上記費用には次の各項目が含まれている。

表 1-2

無線機器費	ODU（屋外装置） IDU（室内装置） アンテナ 0.3m アンテナ 0.6m アンテナ 1.2m
工事費	アンテナ架台又は取り付け金具 アンテナ取り付け工事 電源工事 ケーブル引き込み工事 室内装置までの配線工事

	ケーブル費用
無線局申請料等	無線局免許申請代行手数料 登録点検費用

## 2 比較検討

### 2-1 地域公共ネットワークでの比較

今回の実証実験における5つのルートにおいて、光ファイバと18GHz帯無線システムとの経費を比較すると概ね次のとおりとなった。

表 2-1

#### ① 生きがい文化センター ～ スクールライズファクトリー

イニシャルコスト	光ファイバ	18GHz帯
直線距離 (km)		14.2
敷設距離 (km)	17	
機材、諸経費等 (千円)	51,000 ～ 96,900	4,300 ～ 8,600

ランニングコスト		
年間経費 (千円)	1,360 ～ 2,380	300 ～ 500

#### ② スクールライズファクトリー ～ 多度志小学校

イニシャルコスト	光ファイバ	18GHz帯
直線距離 (km)		8.4
敷設距離 (km)	10	
機材、諸経費等 (千円)	30,000 ～ 57,000	4,300 ～ 8,600

ランニングコスト		
年間経費 (千円)	800 ～ 1,400	300 ～ 500

#### ③ 多度志小学校 ～ 多度志中学校

イニシャルコスト	光ファイバ	18GHz帯
直線距離 (km)		0.7
敷設距離 (km)	1	
機材、諸経費等 (千円)	3,000 ～ 5,700	4,300 ～ 8,600

ランニングコスト		
年間経費（千円）	80 ～ 140	300 ～ 500

④生きがい文化センター ～ 秩父別町役場

イニシャルコスト	光ファイバ	18GHz 帯
直線距離（km）		8
敷設距離（km）	9	
機材、諸経費等（千円）	27,000 ～ 51,300	4,300 ～ 8,600

ランニングコスト		
年間経費（千円）	720 ～ 1,260	300 ～ 500

⑤生きがい文化センター ～ まあぶ

イニシャルコスト	光ファイバ	18GHz 帯
直線距離（km）		5.9
敷設距離（km）	6.6	
機材、諸経費等（千円）	19,800 ～ 37,620	4,300 ～ 8,600

ランニングコスト		
年間経費（千円）	528 ～ 924	300 ～ 500

## 2-2 電気通信事業用（携帯電話基地局の中継回線）での比較

18GHz 帯無線システムは、携帯電話基地局建設時における中継回線として、光ファイバの代替回線としても利用することが可能である。

携帯電話基地局の中継回線として利用する場合の比較は次のとおりである。

表 2-2

①中継が直線で 5km 程度の場合

	自治体が敷設する場合 光ファイバ	自治体が設置する場合 18GHz 帯	電気通信事業用 無線回線 11,15,22GHz
イニシャルコスト			
直線距離（km）		5	5
敷設距離（km）	6		

機材、工事費等（千円）	18,000 ～ 34,200	4,300 ～ 8,600	19,000
-------------	-----------------	---------------	--------

ランニングコスト			
年間経費（千円）	480 ～ 840	300 ～ 500	500

## ②中継が直線で10km程度の場合

	自治体が敷設する場合 光ファイバ	自治体が設置する場合 18GHz帯	電気通信事業用 無線回線 11,15,22GHz
イニシャルコスト			
直線距離（km）		10	10
敷設距離（km）	12		
機材、工事費等（千円）	36,000 ～ 68,400	4,300 ～ 8,600	19,000

ランニングコスト			
年間経費（千円）	960 ～ 1,680	300 ～ 500	500

## 3 比較検討結果

前項の比較検討の結果をみると、光ファイバの敷設費用は距離に比例し増大するが、18GHz帯無線システムでは、距離に係わらず1対向分の費用で済み、光ファイバに比べて非常に経済的といえる。

特に長距離の場合には、その経済性の効果が顕著に表れ、施設間距離が6km程度では、光ファイバの22%程度であるが、14km程度になると8%程度となる。

仮に、光ファイバの工事費が最小の単価、18GHz帯の工事費を最大単価で考えても、6km、14.2kmの場合で、それぞれ43%、17%となり、経済的であることがわかる。

さらに、ルート上に河川や鉄道の横断等、光ファイバ工事に障害となる事由が存在する場合は、さらに経済効果が増大する。

また、保守経費についても、光ファイバと比べて安価であり、概ね50%以下であることがわかる。

電気通信事業用携帯電話基地局の中継回線として利用する場合をみても同様であり、電気通信事業用の無線（11GHz、15GHz、22GHz）と比べても、格段に安価であることがわかる。

一方、18GHz帯無線システムは距離に係わらず、セット（対向）数によることから、3km未満の短距離の場合や、障害物等の関係から複数のセットで中継をする場合においては、光ファイバよりもコスト増となる場合がある。しかし短距離の場合であっても、前述のよ

うに河川や鉄道等の横断等があり光ファイバ敷設が困難又は平均単価以上の敷設費が掛かる場合には、18GHz 帯無線システムが有効である。

東北総合通信局 平成 16 年 3 月

地域公共ネットワークにおける自営系無線システムの実態調査

(P63～69)

地域公共ネットワーク整備の手法には、大別すると有線方式、無線方式に分けることができる。各方式には、それぞれにメリット、デメリットがあり、地域情報化の目的、地域の人口、住宅の集積度や地形などを総合的に検討し、整備の手法を決定しなければならない。

地域公共ネットワーク整備を検討する場合のケーススタディとして東北地方のある地域をモデルに選定し、役場と学校の 2 拠点間接続の手法として、有線（自営光ファイバ）方式と無線（自営 FWA18GHz）方式でシミュレーションを行う。

地域公共ネットワーク整備のケーススタディとして選定したモデル地域の特色、地勢、通信事業者のサービス提供状況、地形略図を次に示す。

#### ■モデル地域の特色

- ・ 通信事業者の ADSL サービスは、役場周辺（約 2.5Km 以内）で提供されている。
- ・ 役場から道路約 6.6Km（直線 5km）地点に約 1,000 人規模の集落があり、小学校、中学校、公民館が隣接している。
- ・ 地形は、川沿いに集落があり両側は山に挟まれている。
- ・ ある情報化意識調査では、集落の約 6 割の住民が「インターネット」を利用したいというニーズがある。

#### ■モデル地域の地勢

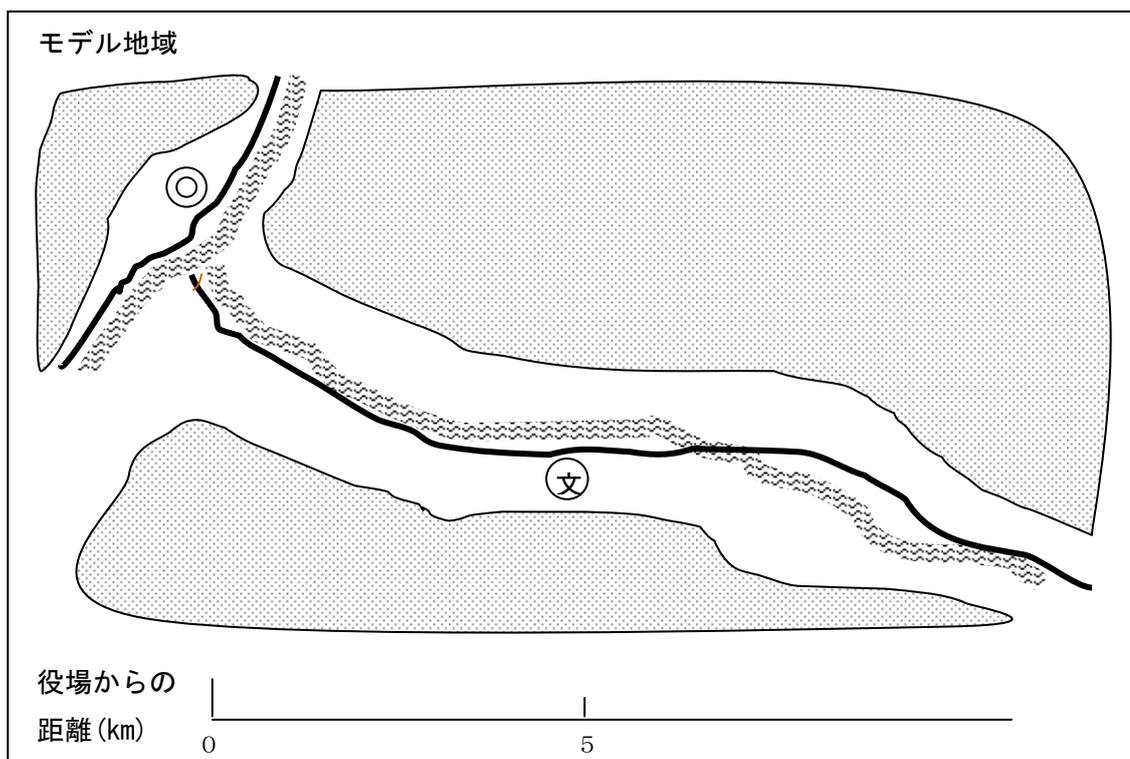
項 目	内 容
-----	-----

土地面積	約 75,000ha (9割が山林)
人 口	約 5,600 人
世 帯 数	約 2,000 世帯
農 家	約 830 世帯
林 家	約 460 世帯
主な集落	2 集落
環 境	四方が山、2 河川、豪雪地帯
特 徴	美しい自然、近年観光に力を入れている

■モデル地域の通信事業者のサービス提供状況

項 目	内 容
加入電話加入数	約 1,000 加入
ISDN 加入数	約 150 加入
ADSL 加入数	約 130 加入
携帯電話参入	NTT ドコモ、KDDI、Vodafone

■モデル地域の地形略図



凡例 ○：役場、⊙：学校、▣：山、〰：川、—：道路

シミュレーションでは有線（自営光ファイバ）方式と無線（自営 FWA18GHz）方式の比較をするため、同額となる建物内の LAN 機器や LAN 工事費は費用の対象外とし、接続拠点をつなぐ屋外設備の工事内容や物品費、工事費、維持費の費用について比較を行う。

- ・ 共通の工事内容の前提条件を次に示す。
- ・ ネットワークの接続拠点は、役場、小中学校とする。
- ・ 接続拠点間の通信速度は、100Mbps とする。
- ・ 電源工事は、対象外とする。

### (1) 有線（自営光ファイバ）方式でのシミュレーション

自営光ファイバを役場から学校へ敷設する工事内容として、工事の前提条件を次に示す。

- ・ 自営光ファイバの心線数は、8 心とする。
- ・ 川越は、1 箇所として通信事業者の管路を借用して横断する。
- ・ 自営光ファイバの電柱への添架は、より添架使用料金が安価な電柱とします。また、添架は、既設の電柱に添架し、電柱の改修や新たな建柱は発生しないものとする。
- ・ 自営光ファイバの敷設ケーブル長は、約 6,600m とする。

#### ■費用算出条件

項 目	内 容
8 心光ファイバケーブル長	約 6,600m
添架電柱	約 132 本 (6,600m ÷ 1 本/50m)
クロージャ－	約 9 個 (6,600m ÷ 1 個/1,000m + 2 拠点分)
川越距離	約 100m (100m × 1 箇所)

#### ■ 概算創設費用（共通仮設費、現場管理費、一般管理費等を除く）（単位：円）

項 目	単 価	数 量	計
8 心光ファイバケーブル物品、敷設費	1,850	6,600	12,210,000
クロージャ－物品、取付費	50,000	9	450,000
合 計			12,660,000

（注）8 心光ファイバケーブル物品、敷設費単価は、市販の電気設備工事積算実務マニュアル（H14.4.1 改正の国土交通省建設工事積算基準電気設備工事編準拠）を参考とした。

(注) クロージャー物品、取付費は、概ね 50,000 円と想定した。

■概算維持費用（自営設備の保守費用を除く）

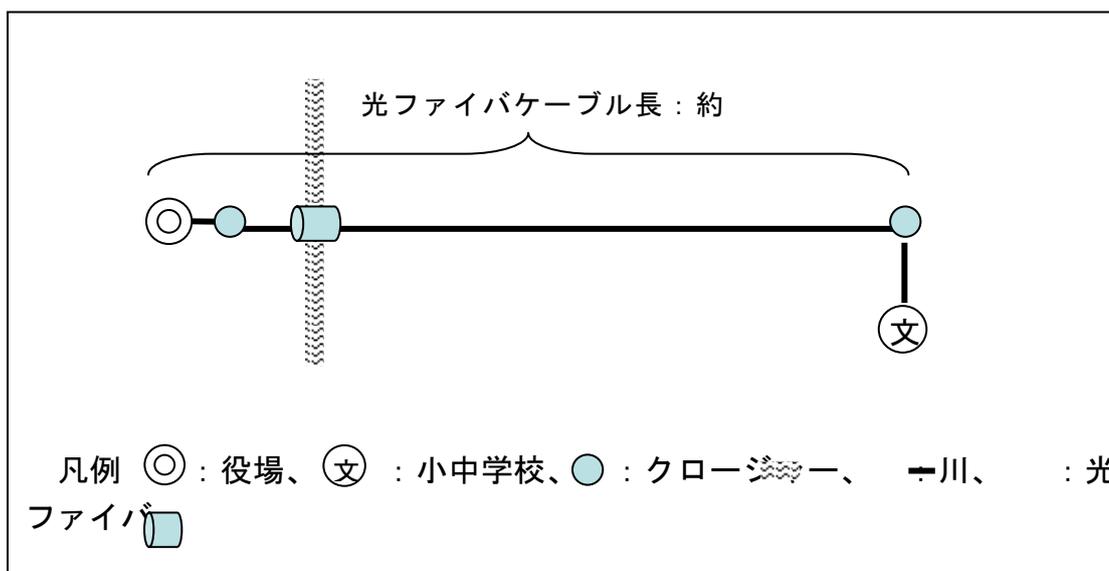
（単位：円）

項 目	単 価	数 量	計
光ファイバケーブル添架使用料（電柱）	1,080	132	142,560
橋管路使用料(NTT 管路)	2,500	100	250,000
合 計			392,560

(注) 光ファイバケーブル添架使用料（電柱）は、年額である。

(注) 橋管路使用料（NTT 管路）は、概ね 2,000～3,000 円/m（年額）であることから 2,500 円と想定した。

■ネットワーク構成イメージ図



■シミュレーション結果

項 目	内 容
概算創設費用	約 12,660,000 円
概算維持費用	約 392,560 円
1 拠点当りの創設費用	約 6,330,000 円 (12,660,000 ÷ 2 拠点)
1 拠点当りの維持費用	約 196,280 円 (392,560 ÷ 2 拠点)
主な申請、届出手続	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 光ファイバ添架申請</li> <li>・ 橋管路使用申請</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・有線電気通信設備届</li> <li>・河川横断許可申請</li> </ul>
自営設備以外の必要設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・添架電柱（電力柱）132本</li> <li>・橋管路使用 100m</li> </ul>

## (2) 無線（自営 FWA18GHz）方式でのシミュレーション

自営 FWA18GHz の無線設備を役場、学校へ設置する工事内容とする。工事の前提条件を次に示す。

- ・ 自営 FWA18GHz の無線設備は、役場、学校の建物に設置し、無線伝送路上に障害物がなく見通しがきくものとする。
- ・ 役場と学校に、無線局を開局する。
- ・ アンテナと無線装置は役場、小中学校とも屋上に設置する。

### ■費用算出条件

項 目	内 容
無線伝送距離	約 5km
無線基地局開設	2 箇所

### ■概算創設費用（共通仮設費、現場管理費、一般管理費等を除く）（単位：円）

項 目	単 価	数 量	計
18GHz 無線設備物品、建設費	4,000,000	2	8,000,000
合 計			8,000,000

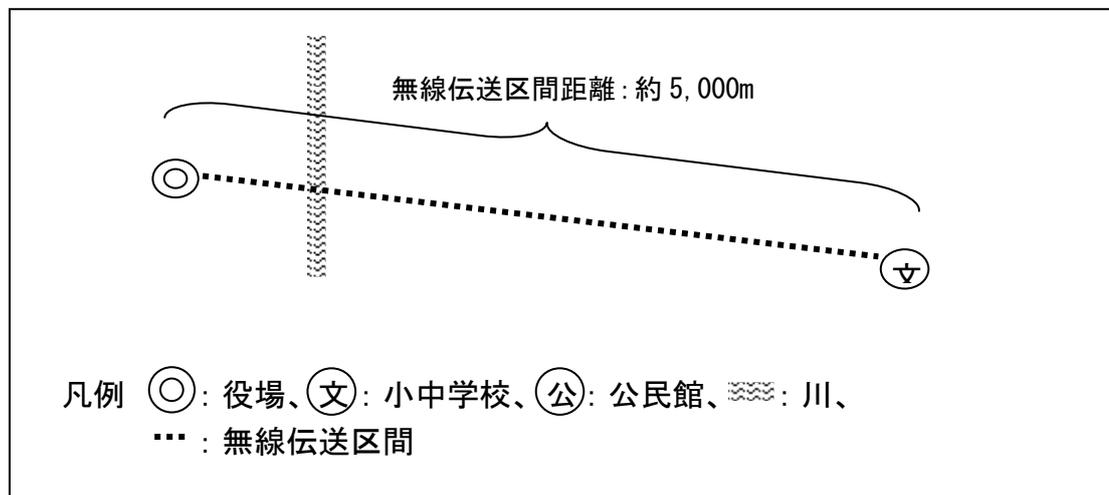
（注）18GHz 無線設備物品、建設費の単価は、概ね 4,000,000 円と想定した。

### ■概算維持費用（自営設備の保守費用以外）

項 目	単 価	数 量	計
無線局電波手数料	3,000	2	6,000
合 計			6,000

（注）無線局電波手数料は、年額である。

■ネットワーク構成イメージ図



(3) 有線方式と無線方式のシミュレーション結果の比較

費用面で比較すると無線（自営 FWA18GHz）方式が概算創設費用、概算維持費用ともに安価となる。また、整備後の経常経費を考えると無線（自営 FWA-18GHz）方式は、維持費用が殆ど掛からないことからより経済的な手法といえることができる。

申請、届出手続き面で比較すると無線（自営 FWA18GHz）方式が申請、届出手続きが少ないことがわかる。また、申請、届出手続きが少ないことから工事着工から完成までの間接稼働の軽減や工期の期間短縮も期待することができる。

自営設備以外の必要設備で比較すると無線（自営 FWA-18GHz）方式は、何も必要としないことから外的要因（道路の拡張、橋の架け替えなど）で自営設備の移設を余儀なくされる心配はない。

有線方式と無線方式のシミュレーション結果の比較を次に示す。

■有線方式と無線方式のシミュレーション結果の比較

項 目	有線（自営光ファイバ）	無線（自営 FWA18GHz）
概算創設費用	約 12,660,000 円	約 8,000,000 円
概算維持費用	約 392,560 円	約 6,000 円
1 拠点当りの創設費用	約 6,330,000 円	約 4,000,000 円
1 拠点当りの維持費用	約 196,280 円	約 3,000 円

主な申請、届出手続	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 光ファイバ添架申請</li> <li>・ 橋管路使用申請</li> <li>・ 有線電気通信設備届</li> <li>・ 河川横断許可申請</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 無線基地局開局申請</li> <li>・ 無線基地局開局後の更新申請</li> </ul>
自営設備以外の必要設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 添架電柱 132 本</li> <li>・ 橋管路使用 100m</li> </ul>	なし

### [参考]

数キロ離れた2拠点間を無線LANで接続するケースで自営FWA18GHzとIEEE802.11gの比較を試みる。

伝送速度と伝送距離を比較すると自営FWA18GHzは、100Mbpsで概ね5kmまで伝送可能で、一方、IEEE802.11gは、30Mbpsで概ね3kmまで伝送することができるが、伝送速度は伝送距離に反比例するので、距離が離れるほど伝送速度が低下していくという特性がある。

自然環境と電波干渉の影響を比較するとFWA18GHzは、高い周波数帯域を使用しているため豪雨により極めて短い時間であるが通信ができないことがある。しかし、電波法に守られているため電波干渉の影響を受けることはない。また、豪雨により通信が途切れる現象は、周波数が高くなればなるほど、降雨による電波の減衰率が高くなる無線の特性によるものである。IEEE802.11gは、低い周波数帯域を使用するため降雨による影響はないが、室内で使用している2.4GHz帯11Mbps(IEEE802.11a)の無線LANと同一周波数であり、電波干渉の影響を受けやすく、通信が不安定になることがある。

地域情報化の基盤となる地域公共ネットワークの整備にあたって、2拠点間を接続するケースをモデルに、有線(自営光ファイバ)方式と無線(自営FWA18GHz)方式にしぼり各種の条件を取り入れながらシミュレーションを行った。

最近における無線技術の進歩は著しく、伝送速度については、平成15年度当初は、IEEE802.11b方式(伝送速度11Mbps)が先端技術であったが、平成15年度中頃は、IEEE802.11g方式(伝送速度54Mbps)が、そして先般、自営FWA18GHz方式(伝送速度100Mbps)が登場してきた。この自営FWA18GHz方式は、光ファイバ方式に匹敵する伝送速度となっており、昨今の無線技術には目を見張るものがある。また、自営FWA18GHz方式の普及に伴い自営FWA18GHz方式の製品価格も今後、下がって行くものと推測される。

有線、無線の両方式を評価すると、有線(自営光ファイバ)方式のメリットとしては、有線であることから安定した通信を確保することができる。また、光ファイバの耐用年数は、数十年と長いいためケーブル更改は、少なく済む。デメリットとしては、接続拠点の移転や変更が発生した場合には、光ファイバを引き直さなければならず、かなりの費用がかかる。また、外的要因(道路の拡張、橋の架け替えなど)により、光ファイバの移設やルート変更を余儀なくされる可能性もあり、その費用も負担しなければならない。それと

自営設備以外に掛かる維持費用（電柱添架使用料、橋管路使用料など）が経常経費の負担となる。

無線（自営 FWA18GHz）方式のメリットとしては、無線伝送路上で見通しが確保できれば、接続拠点間に河川、鉄道、高速道路などがあつた場合でも、それらに関わる各種手続申請をしなくても整備することができる。また、接続拠点の移設や変更が発生した場合でも無線設備を移設して使用できるためさほど費用はかからない。それと自営設備以外の維持費用の負担は、殆どない。デメリットとしては、高い周波数帯を使用するため、豪雨の場合は、電波が減衰し極めて短い時間であるが通信ができないことがある。また、耐用年数に応じて設備の更改が必要となり、かなりの費用が掛かる。

両方式のどちらを採用するかは、創設費用の面からいえば、2 拠点間の距離が概ね 4km 内なら有線（自営光ファイバ）方式、4km 以上なら自営 FWA18GHz 方式となり、距離が長くなると無線方式がより費用的に有利な方式となる。

実際に地域公共ネットワークを整備するに当たっては、地域の集落、人口、地形、既存の情報通信設備、TV 難視聴対策、整備にかかる期間や費用などを総合的に勘案し、自営か通信事業者のサービスの利用、有線か無線、または有線と無線の混合方式かを選択しなければならない。

四国総合通信局 平成 17 年 3 月

中山間地域におけるワイヤレスブロードバンドに関する検討

(P117~121)

地域公共ネットワーク整備の手法には、大別すると有線方式と無線方式に分けることができる。今回これら方式の経費比較を実施するにあたり、同額となる建物内におけるネットワーク機器の構築費用は対象外とし、接続拠点を結ぶ屋外設備の物品費、工事費、維持費について以下の条件のもと検討を行った。

なお、検討にあたってはイニシャルコスト（初期費用）とランニングコスト（保守管理費用）の両面から実施した。

各設備の費用及び工事費は有線系、無線系ともに仕様や地理的条件等により大きく異なることが考えられる。今回の算出は、大まかな目安として計算されたものである。

- ・役場から 7 k m（道路 10 k m）地点の山間部の集落であること
- ・途中、尾根等により見通しが遮られるため、中継ポイントを 1 ヶ所設けること。
- ・中継所の構成は電柱（1 本）、配電盤 BOX（バッテリー 70Ah）とする。
- ・役場～中継ポイント～集落の間は既設電柱があること。
- ・今回の算出には、屋内ネットワーク設備は算入しない。

ア 初期費用

(ア) 有線 (自設光ファイバ)

・費用算出条件

項目	内容
光ケーブル敷設費	敷設費は、敷設条件や光ケーブルの種類等により 1 k mあたり約 2,200 千円から約 3,000 千円となる。
光ケーブル敷設距離 (心線数)	10.0 k m (8 心)
敷設方法	架空敷設
クロージャー設置個所数	10.0 k m ÷ 1 k m / ドラム = 10 個所
電柱間隔	35m
電柱模様替 (建替)	間隔が確保できない場合に発生する、他事業者通信線の移線工事、高圧 Tr 繰り上げ工事および強度不足に伴う電柱立替を想定 (1 本 / k m)

・概算項目

項目	単価 (千円)	数量	計 (千円)
ケーブルルート調査費	200 / k m	10.0 k m	2,000
光ケーブル敷設費	2,000 ~ 3,000 / k m	同上	20,000 ~ 30,000
電柱模様替 (建替) 費用	350 / 本	1 本 / k m	3,500
合計			25,500 ~ 35,500

(注) ケーブルルート調査費および敷設費は国土交通省単価を採用。

敷設工事費はルート上の地形および障害事由 (国道、河川、鉄道の横断等) の規模により大きく異なる。

(イ) 18GHz 帯無線アクセス

・費用算出条件

項目	内容
無線機器費用	本計算では中継 1 を含む 2 対向とした。無線機費用は、仕様により約 2,500 千円 / 対向から約 5,000 千円 / 対向となる。設置工事費用については、条件により 1,000 千円 / 対向から 3,000 千円 / 対向とする。
無線ネットワーク設計費用	交通費、宿泊費、人件費で算出するが条件によって大きな違いが発生する為、算入しない。
無線局申請料等	無線局免許申請代行手数料・登録点検費用・電波法関係手数料 (免許申請手数料・無線局検査手数料) の合計とする。

・概算費用

項目	単価 (千円) / 1 対向	数量	計 (千円)
----	----------------	----	--------

無線設備	2,500～5,000	2 対向	5,000～10,000
無線設備設置工事費用	1,000～3,000	2 対向	2,000～6,000
無線局手数料等	300～500	2 対向	600～1,000
合計			7,600～17,000

イ 保守管理費用

(ア) 有線（自設光ファイバ）

・費用算出条件

項目	内容
電柱共架（添架）本数	$10.0 \text{ km} \div 1 \text{ 本} / 35\text{m} = 285 \text{ 本}$
保守費用	巡視：樹木の成長や看板の出現状況を考慮し 1 回／年 点検：OTDR や光源・パワーメータによる点検 1 回／3 年
移設工事	道路拡幅、地権者の要請等によるルート変更 （支障区間 100m、引き直し 500m、 クロージャール新設 2ヶ所を想定）
天災・人災、鳥獣害	台風・車両災害およびムササビ等により光ケーブルが断心に至った場合、障害区間（100m）の張替工事を想定。

・概算費用

項目	単価（千円）	数量	計（千円）
電柱共架（添架）料／年間	1 / 本	285 本	285
保守費用／年間	建設原価の 2%	—	510～710
合計			895

・概算費用（参考）

項目	単価（千円）	数量（m）	計（千円）
移設工事費／1 回	—	500	1,100
天災・人災、鳥獣害に伴う 障害復旧費用／1 回	—	100	450
合計			1,550

（注）移設工事および天災・人災、鳥獣害などの発生頻度は予測することが困難なため参考とした。

(イ) 18GHz 帯無線アクセス

・費用算出条件

項目	内容
年間保守	年間保守契約料とし、1 中継の 2 ルートで計上する。

電波利用料	陸上移動局（1局あたり600円/年）
無線局再免許手数料等	無線局再免許申請代行手数料・電波法関係手数料（再免許申請手数料）の合計とする。

・概算費用

項目	単価（千円）	数量	計（千円）
年間保守	250～500/1対向（年）	2対向	500～1,000
電波利用料	0.6/局（年）	4局	2.4
合計			502.4～1,002.4

・概算費用（参考）

項目	単価（千円）	数量	計（千円）
無線局手数料等	100～250/1対向（5年）	2対向	200～500
合計			200～500

（注）無線設備の算出にあたって無線局再免許にかかる手数料は、5年に一度である。

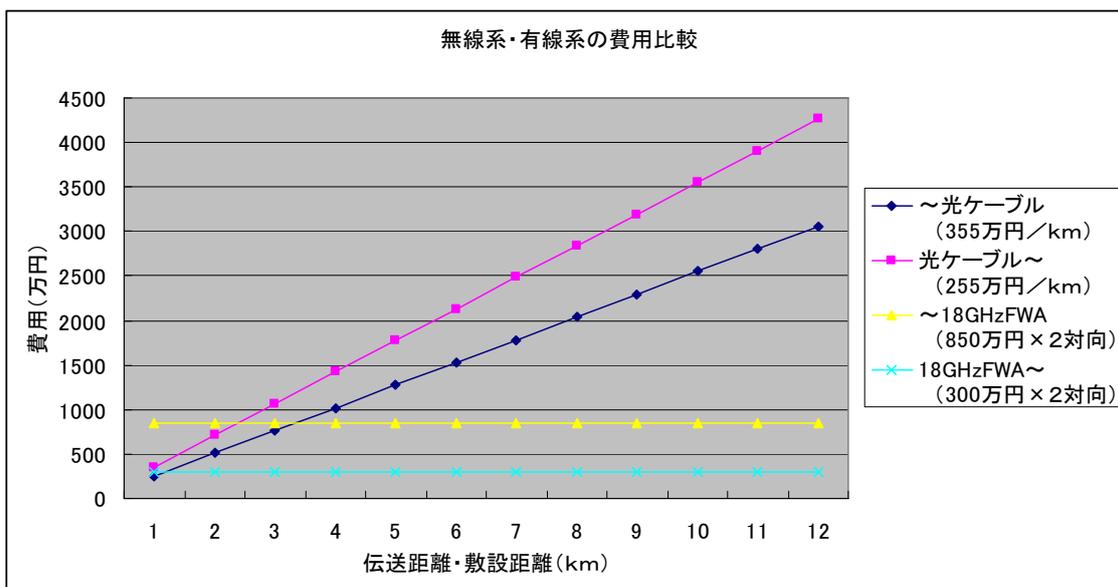
ウ 比較検討結果

（ア）初期費用

有線方式（光ファイバ）は敷設距離に比例し費用も増大するが、無線方式（18GHz帯無線アクセス）では、距離に係わらず、1～2対向分の費用で済むことから、非常に経済的である。特に長距離の場合には、その経済効果が顕著に現れる。本モデルでは、有線・無線とも費用の中間で比較すると無線方式は有線方式の40%程度となる。さらに、敷設ルート上に国道、谷間や河川及び鉄道等の横断もしくは無電柱区間が存在する場合、地中管路（横断）新設、敷設ルートの迂回および電柱新設が必要となり、さらに経済効果は増大する。

なお、無線方式は距離に係わらずコストが一定であることから、6.5km未満のような短距離の場合には、有線方式よりもコスト増となる場合がある。しかしながら短距離の場合であっても、前述のように光ファイバの敷設工事に障害となる事由が存在する場合には、無線方式が経済的である。

無線系・有線系の費用比較グラフを以下に示す。



(イ) 保守管理費用

保守管理費用については、有線方式は、電柱管理者への共架（添架）料のほか、高度な施工技術を持って設備を構築しても、設備を取り巻く環境は都市開発などによって日々刻々と変貌していることから、道路拡幅や地権者の要請によって移設工事が発生する。さらには台風、車両災害および鳥獣害等によって障害が発生した場合、復旧費用が必要となる。一方、無線方式では台風災害等の天災を除いてこれらが発生し難いことから、有線方式に比較すると安価となる。

以上、無線方式は有線方式に比べ、初期費用ならびに保守管理費用の低減が図られることから、地域公共ネットワークを構築するうえで、非常に経済的な手法といえる。

九州総合通信局 平成 18 年 3 月

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

(P82~86) 広島県呉市

公共施設が多くある市街地から遠く離れた場所にあるグリーンピアせとうち（旧 グリーンピア安浦）や瀬戸内海国立公園内にある野呂山頂の各施設において高速通信網を整備するにあたり、18GHz 無線機器を利用することとしている。

これらの施設について、無線による整備を選択した主な理由は、次のとおり。

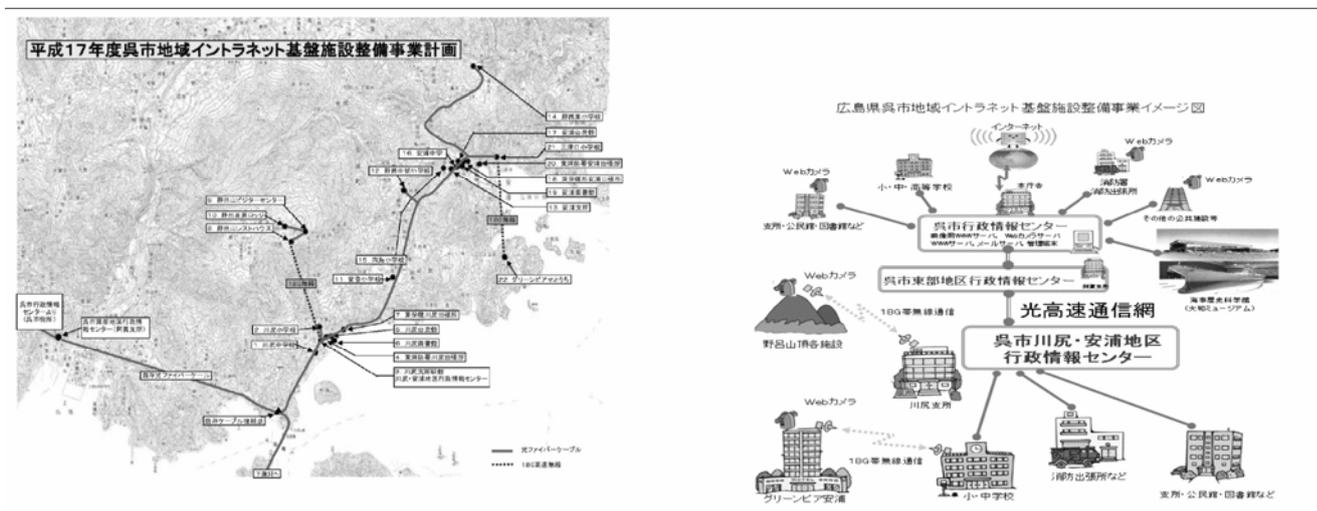
- ①接続施設について地形的な見通しが確保できること
- ②光ケーブルを敷設する費用に比べて経費の節減が図れること
- ③無線通信において、地方公共団体に割り当てられている1.8GHz帯を使用することにより、他の周波数と比べて通信に関するセキュリティが向上できること
- ④100Mbpsの通信速度が確保できること
- ⑤無線機器が安価になってきていること

光ケーブルを敷設した場合の整備費概算

敷設区間	敷設距離	整備費用概算 (約300万円/km)
川尻支所新館～野呂山頂	約12km	約3,600万円
安浦市街地～グリーンピアせとうち	約5km	約1,500万円
計	約17km	約5,100万円

無線機器を使用した場合の整備費概算

無線通信区間	施設間距離	整備費用概算 (約250万円/台)
川尻支所新館～野呂山レストハウス	約3km	約500万円
三津口小学校～グリーンピアせとうち	約3km	約500万円
計		約1,500万円



北海道総合通信局 平成15年5月  
 無線アクセスシステムによるブロードバンド環境の実現に関する調査研究  
 (資-30)

## モデルシステムによる設置試算

北海道 A町

総面積：200 k m<sup>2</sup>（南北 20 k m、東西 10 k m）

人口：5,000 人

人口密度：25 人／k m ※但し役場周辺及び海沿に集中

世帯数：1,500 世帯

対象：300 世帯（20%）

地域イントラネット整備済み

### 1、5 GHz 帯無線アクセスシステムを使用した構築例

無線基地局エリア：半径 1 k m～3 k m

無線基地局数：3～10 局

（1 局当り カバー150～500 世帯、加入 30～100 世帯）

無線子局数：300 局

#### 設置した場合のコスト試算（概算）

項目	数量	単価	金額
無線基地局	3～10 局	200 万	600 万～ 2,000 万
無線子局	300 局	8～13 万	2,400 万～ 3,900 万
合計			3,000 万～ 5,900 万

（基地局設置方法により増減有り）

（子局は今後コストダウンが図られる可能性大）

### 2、光ファイバを使用した構築例

光ファイバ配線エリア：半径 1 k m

光ファイバ配線エリア数：10 エリア

（1 エリア当り カバー150 世帯、加入 30 世帯）

#### コスト試算（概算）

項目	数量	単価	金額
光ファイバ	20 k m	400 万	8,000 万

加入者装置	300 装置	13 万	3,900 万
合計			11,900 万

(光ファイバ工程の距離により増減有り)

関東総合通信局 平成 16 年 3 月

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ーに関する調査研究会

(P83~91)

ラスト・ワンマイルの克服については現在 FTTH・ADSL などを民間事業者が競争を行いながら、整備を進めている。しかし、過疎地、農山漁村等の条件不利地域については、高額な施設整備費用を賄うほどの加入者を得られる見込みがないため、都市部と比較して整備が非常に遅れているのが現状である。

本稿では、ブロードバンド環境構築に向けて、どの程度の費用が必要なのかを試算することとしたい。

ブロードバンド環境整備のための経費は主に、イニシャルコストとして施設整備のための資材費及び工事費、ランニングコストとしての回線料及びメンテナンス費用等が必要となる。

本稿では、ラスト・ワンマイル克服に向けた施設整備にどの程度の費用が必要かの試算を行うものである。しかし、施設整備の費用と一口に言っても、整備を行う場所や、山間地、海沿いといった地理的条件、対象地域の世帯数及び各戸の密集度合、地域による資材費・労務費等の相違のため、大きく条件が異なり、一律的な試算をすることは極めて困難である。

そこで、調査研究の題材としてここでは、

「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、全世帯が利用する」

ものと条件設定して試算を行うこととする。

なお試算は、ブロードバンド実現の手法として代表的な光ファイバで敷設する場合と無線システムを構築する場合のそれぞれについて行うこととし、積算の根拠としては、メーカーやベンダーへの聞き取り、総務省補助事業での実績等をもとに行う。

想定するネットワーク構成としては、市街地に NOC (Network Operation Center) を、

ブロードバンド環境構築の対象地域に「ネットワーク基点」を設置、その基点から対象地域内各戸に接続するものとする。

費用算出にあたっては、全体を次のように切り分け、それぞれを光ファイバ及び無線で構築した場合に分けて試算を行う。

- ① 「上流プロバイダ $\leftrightarrow$ NOC」の間を、光ファイバ・無線のいずれの方式を取るにしても同一に係る経費であるため「共通部分」（図 5.1.7 の①部分）とする。
- ② 「NOC $\leftrightarrow$ ネットワークの基点」の間は「接続部分」（図 5.1.7 の②部分）とする。
- ③ 「ネットワークの基点 $\leftrightarrow$ 各戸」の間は「域内部分」（図 5.1.7 の③部分）とする。

また、それぞれについて、主に施設設備費・工事費等からなる「イニシャルコスト」と、継続的な費用となる「ランニングコスト」を算出する。

本稿の経費的課題の試算を図で表すと図 5.1.7 のとおりである、

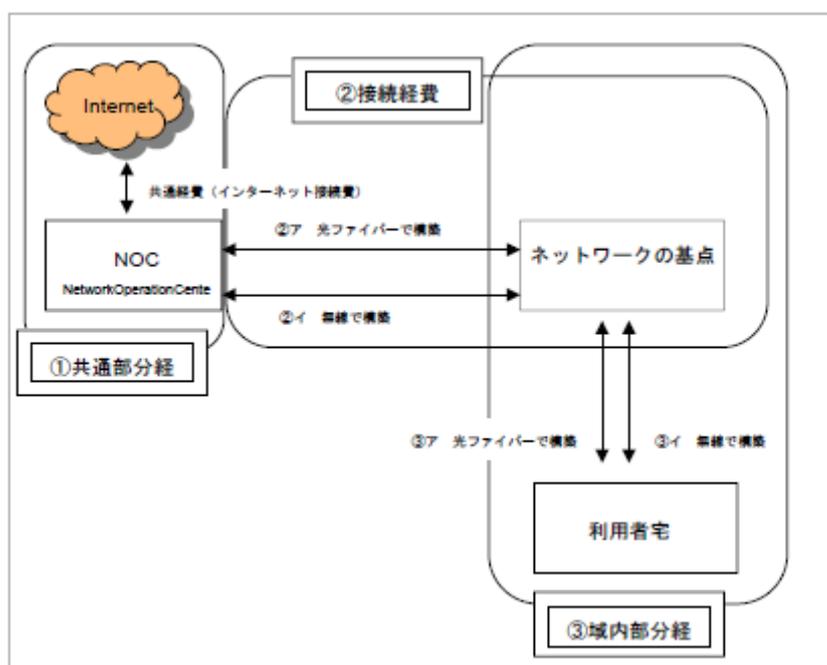


図5.1.7 経費的課題試算の対象図

### (1) 共通部分経費

NOC設備費、運営経費及び上流プロバイダへの接続料金等、光ファイバや無線などの手段に関わらず共通的に生じる経費を共通部分経費として試算すると、次のとおりとなる。

#### 《イニシャルコスト》

サーバー・ネットワーク管理機器類 10,000,000円

---

合 計 10,000,000円

(1加入者あたり 100,000円)

《ランニングコスト》

NOC管理費 100,000円/月

プロバイダ接続・回線料 400,000円/月 (3Mbps)

---

合 計 500,000円/月

(1加入者あたり 5,000円/月)

共通の経費については、NOCの設備が既にどの程度整備されているかによって大きく変動する。本試算では、初期経費としてネットワーク用のサーバ機器及びセキュリティ対策機器等を、また維持経費としてインターネット接続料及びNOC管理費を計上した。

しかし、すでにネットワーク機器類が揃っている場合には、インシャルコストは不要もしくは極めて低額で可能となる。また、プロバイダ接続料についても、すでに接続されている場合などは、その回線とシェアすることで、ランニングコストを減額することができる。逆に、NOCがなく、最初から作る場合には、家賃や専任の維持者の人件費等も必要となるため、本試算以上の費用が必要となる。

また言うまでもなく、帯域をどの程度確保するか、上位プロバイダとのアクセスポイントまでの距離がどのくらいあるか等によっても金額が大きく変動する。本稿では最低限の帯域確保を目標として3Mbpsの帯域で試算を行った。増速するためには10Mbps=110万円、30Mbps=270万円程度が1カ月あたり必要である。

(2) 接続部分経費

NOCから対象地域内のネットワークの基点となる箇所までの「接続部分」について、光ファイバもしくは無線のいずれかの方式を採用した場合の費用試算は次のとおりとなる。

ア 光ファイバで敷設する場合

新たに10kmを光ファイバで結ぶものと仮定して、試算を行うと以下のとおりとなる。

《インシャルコスト》

光ファイバ材料費等 7,000,000円 (700円/m×10km)

敷設工事費 6,000,000円 (600円/m×10km)

---

合 計 13,000,000円

(1加入者あたり 130,000円)

《ランニングコスト》

電柱共架料	31,250円/月 (1500円(年額)×250本÷12)
メンテナンス費用	100,000円/月

---

合計 131,250円/月  
(1加入者あたり 1,312円/月)

本試算は、10kmの距離を光ファイバで結ぶものとしているので、光ファイバの引き込み口が対象地により近くにあれば、当然その分費用は低くなる。また、山間部で道路が湾曲している場合など、地形によっても工事費が変動する。

イ 無線を使用する場合

無線で構築する場合の例として、現在公共業務用に使用されている18GHz無線アクセスシステムを使用することを想定して試算を行う。

《イニシャルコスト》

無線設備設置費用 6,000,000円 (18GHz無線設備・工事費)

---

合計 6,000,000円  
(1加入者あたり 60,000円)

《ランニングコスト》

メンテナンス費用 50,000円/月  
電波利用料 2,710円/月 (16,300円×2台÷12月)

---

合計 52,710円/月  
(1加入者あたり 527円/月)

無線の場合は、NOCから対象地域の距離による費用の変動はないため、距離が遠いほど、光ファイバよりも経費的に有利となる。なお、無線設備は1対向で伝送可能と試算した。そのためには、NOCとネットワーク基点が見通し位置になければならないことが難点であり、途中で中継をするとその分費用がかかる。

導入コストについては、今後の技術革新により無線設備自体の値段が下がることや、より安価な他のシステムが開発・制度化されることが期待される。

電波利用料については、「固定局」として運用するものとして試算した。

またメンテナンス費用については、無線を使用したほうが拠点数が少ないため、

光ファイバ使用するよりも低廉化が図れるものと思われる。

(3) 対象地域内での経費

対象地域内での経費についても、光ファイバを敷設する場合と、無線システムを構築する場合とに分け、それぞれ試算することとする。

ア 光ファイバを敷設する場合

対象地域内に光ファイバを敷設し、ブロードバンド環境を構築するためのイニシャルコスト及びランニングコストを試算すると次のとおりとなる。

《イニシャルコスト》

幹線系回線設備費・工事費	5,000,000円
各戸工事費	20,000,000円 (200,000円×100戸)

---

合 計 25,000,000円  
(1加入者あたり 250,000円)

《ランニングコスト》

電柱共架料	75,000円/月 (1500円×600本÷12月)
メンテナンス	100,000円/月

---

合 計 175,000円/月  
(1加入者あたり 1750円/月)

なお、「幹線系工事費」とは、域内の幹線となる光ファイバの敷設工事をいうものとし、「各戸工事費」とは幹線から分岐し、各戸に敷設する際の工事費をいう。

光ファイバを敷設するために必要な電柱の数は一世帯につき6本と試算したが、これは住宅の密集度が粗密であるかによって当然変動する。

イ 無線を使用した場合

対象地域内で基地局(5GHz)を10箇所設置すると想定して、経費を試算することとする。

《イニシャルコスト》

基地局用無線設備	5,000,000円 (500,000円×10台)
同 工事費用	5,000,000円 (500,000円×10箇所)
各戸用無線設備	7,000,000円 ( 50,000円×100台)

同 工事費用 3,000,000円 (30,000円×100戸)

---

合 計 20,000,000円  
(1加入者あたり 200,000円)

《ランニングコスト》

メンテナンス 80,000円/月  
電波利用料 4,583円/月  
(基地局 5500円×10局÷12月)

---

合 計 84,583円/月  
(1加入者あたり 895円/月)

今回の試算では、無線設備はすべて5GHzを使用するものとして試算したが、2.4GHz帯を使用すれば無線機器が安価となるし、無線局免許が不要となるため、それにかかる費用や電波利用料の分が安くなることとなる。また、基地局をすべて自立柱を建柱し、そこに無線設備を設置したことを想定して行った。既存の電柱への共架が可能であれば、インシヤルコストは低減できることとなる。

また、地域の気象状況（海岸部による塩害や、山間部での雪害、風害など）によっては、事前に対策した機器を導入する必要があるなど、インシヤルコスト、ランニングコストに影響する。

いずれにしろ、メンテナンスコストとしては、基本的に無線を用いた方が安価であるが、地理的条件に左右される。

(4) 経費試算結果

表5.1.1 試算結果

接続部分	域内部分	インシヤルコスト		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		13万7293円

		(26 万円)		(1372 円)
--	--	---------	--	----------

接続部分と域内部分それぞれについて、光ファイバを敷設した場合もしくは無線を用いた場合のコストを試算した結果、表5.1.1のとおりとなった。

しかし、敷設コストは地理的状況などにより大きく異なるため、この表をもつていずれの方式が良いかということについて、一概に優劣をつけることは不可能である。試算の結果、いずれの方法をとるにせよ、膨大なイニシャルコストが必要なこと、ランニングコストについてもADSL・光ファイバなど都市部の一般的なブロードバンド月額利用料よりも非常に高額なものとなり、条件不利地域における経費的ハンディキャップが非常に大きいということが明らかとなった。

(5) 経費的課題のまとめに代えて

「ラスト・ワンマイル問題」の解決では、最も問題になるのは経費的課題である場合が多い。報告書の冒頭で述べたインターネット利用不利地域は多くの市町村において確実に存在するものの、その地区の住民世帯数はあまり多くなく、また住居密度の高くない場合には、中継網構築のための費用（柱やアンテナの設置費用、ファイバ設置や高速無線システム導入費用等）、費用対効果の観点からは大都市の場合とは比較にならないほど効率の悪いことになる。従って、中継網をいかに廉価に実現するかが課題になる。柱の代わりに高い建物や、既設の他の通信メディア用の鉄塔等の利用することも経費軽減の一策である。

中継網に無線媒体を採用する場合、地域によっては、強風、塩害、降雪、強雨等の自然条件に対する対策も課題になりうる場合には、無線よりは有線の方が適当であるが、それでも無線が採用される場合には、柱等にアンテナを設置する場合の強度、装置筐体への塗装等の付加費用やメンテナンス費用が問題になる。

これらに対する経費節減の様々な工夫はそれぞれの地域の環境に適合して考え出され得るが、一般的には、経費はかかるものとして検討されなければならないであろう。特に、地方自治体行政における地域住民にあまねく良好なインターネット利用環境を提供しようとする情報化政策の見地からは避けて通れない課題である。

東海総合通信局 平成 17 年 3 月  
 飛騨地域における情報化推進に関する調査研究報告書  
 (P54～55)

(2) 公共ネットワークシミュレーション

18GHz帯FWAによって地域公共ネットワークを構築する場合の標準構成は次のとおりである。

ア 共通条件は次のとおりとする。

(共通条件)

- ・ 156Mbpsの伝送が可能である
- ・ 距離はおよそ10km
- ・ 耐風速60m/s（台風が頻繁に通過する地域は耐風速90m/s）
- ・ 電源は別途用意されるものとする
- ・ 技術基準適合証明を受けた装置を使用するものとする

イ 設置条件による次の2パターンで積算する。

(Aパターン) 建物に設置できる場合

- ・ アンテナ、屋外装置は建物に設置できるものとする
- ・ 屋内装置は室内に設置できるものとする
- ・ ケーブル敷設は既設のケーブルラックを利用できるものとする

(Bパターン) 建物に設置できない場合

- ・ 自治体の用地を使用できるものとする（用地取得費用は含まない）
- ・ 10mの自立柱を建てるものとする
- ・ 商用電源は付近まで来ているものとする

Aパターン（建物に設置の場合）

- ・ 無線機1台設置時

無線機及びアンテナ 2,000千円／1台

工事費 3,500千円／式

その他費用（諸費用） 500千円／式

---

6,000千円

- ・ 無線機2台設置時

無線機及びアンテナ 4,000千円／2台

工事費 3,500千円／式

その他費用（緒費用） 500千円／式

---

8,000千円

Bパターン（建物に設置できない場合）

- ・ 無線機1台設置時

無線機及びアンテナ 2,000千円／1台

工事費 3,500千円／式  
屋外筐体・電源 4,000千円／個  
自立柱費 5,000千円／式  
その他費用（緒費用） 500千円／式

---

15,000千円

・無線機2台設置時  
無線機及びアンテナ 4,000千円／2台  
工事費 3,500千円／式  
屋外筐体・電源 4,000千円／個  
自立柱費 5,000千円／式  
その他費用（諸費用） 500千円／式

---

17,000千円

中国総合通信局 平成 18 年 3 月  
中山間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  
(P5-9～5-14)

#### FWAシステム導入コスト等試算

中山間地域においてブロードバンドサービスを提供する手段としてFTTHやCATVインターネットは、設備投資等を含め採算面の課題が大きく、前項での検討結果から、ADSLは、導入の条件が限定されることがわかる。

一方、無線アクセス（FWA）システムは、他の無線システムとの周波数的な競合を配慮すれば、中山間地域においてブロードバンドサービスを提供するのに最適なシステムといえる。参考までに、今回の技術試験で採用した5GHz 帯多段接続型FWAシステムの導入コストを試算する。

～ 導入コストの試算（概算）～

本調査検討において採用したシステムのイメージは下図のとおりである。

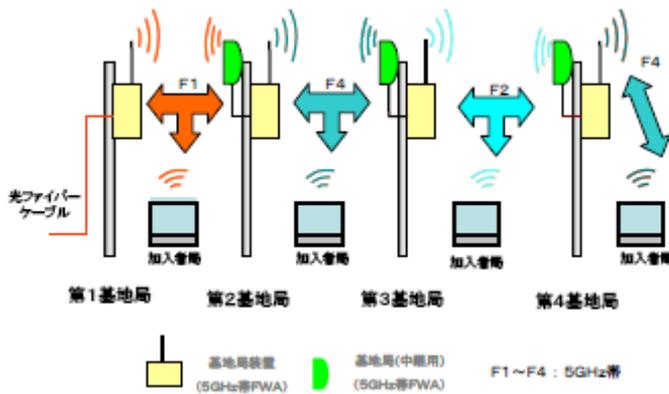


図5-3(1) 5GHz 帯多段接続型F W Aシステム

【単価設定】

試算にあたり、基本的な単価を次のとおりとする。なお、技術試験で使用したシステムは我が国初の試作品であるため、既存の製品価格や一般的な工事費等を参考にした。

- ① 基地局送受信装置…………… 1 式 70 万円
- ② 中継用送受信装置…………… 1 式 70 万円
- ③ 取り付け工事費等
  - a) 既存施設に取り付ける場合…………… 1 箇所 50～150 万円
  - b) 新規に鋼管柱（1 5 m）を建設する場合…………… 1 箇所 100～250 万円
- ④ 基地局電源工事等……………（試算には加えない）
- ⑤ 監視制御装置（ネットワークコントローラ等）…… 1 式 150 万円
- ⑥ 調査・設計等…………… 1 式 100 万円
- ⑦ バックボーン回線・I S P 関連…………… 別途
- ⑧ 加入者局装置…………… 1 台 6 万円
- ⑨ 加入者局取り付け工事費…………… 1 式 2～3 万円
- ⑩ その他（土地・施設の借用、各種申請手数料等）…（試算には加えない）

※④⑩の各項目は、本システムを導入しようとする地域の個別の事情により大きく左右されるため、試算（参考値を提示）することは差し控えた。

廿日市市吉和での技術試験システムは、4 基地局を直列に多段接続した。なお、第4基地局については鋼管柱（15m）を新規に設置したが、その他の基地局では既存の施設を利用した。

a) 第1 基地局

基地局送受信装置	1 式	70 万円
取り付け工事費等	1 箇所	75 万円

計		145 万円
---	--	--------

b)第 2 基地局、第 3 基地局

基地局送受信装置	2 式	140 万円
中継用送受信装置	2 式	140 万円
取り付け工事費等	2 箇所	200 万円
計		480 万円

c)第 4 基地局

基地局送受信装置	1 式	70 万円
中継用送受信装置	1 式	70 万円
取り付け工事費等	1 箇所	200 万円
計		340 万円

d)その他

監視制御装置	1 式	150 万円
調査・設計等	1 式	100 万円
計		250 万円

e)加入者局

送受信装置一式 6 万円、取り付け工事費 2 万円と設定すると、1 箇所あたり合計 8 万円となる。

《FWAシステム初期投資の世帯平均額試算》

a～ d を合計すると、1,215 万円となる。

廿日市市吉和の全世帯数が397 世帯であり、本システムによるカバレッジが95% であることから、エリア内世帯数は377 世帯となる。

よって、世帯平均は3.2 万円（1,215 万円÷377 世帯）となる。

これに加入者局にかかる経費を加算すると、1 世帯あたりの投資コスト合計は11.2 万円となる。

通常、これらの経費のうち、加入者局の送受信装置は機器レンタル料として毎月の利用料に含まれ、取り付け工事費は加入時の初期費用として加入者に請求される。

《参考》

【光伝送路方式の導入コストとの比較（試算）】

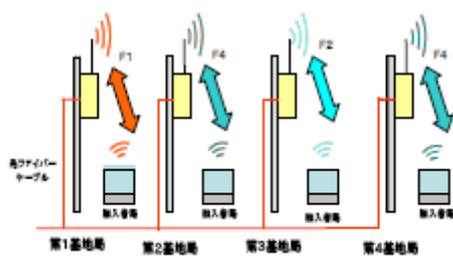


図 5-3(2) 光伝送路方式の構成

多段接続型 FWA システムの導入コスト試算を  
基に、光伝送路方式の導入コスト試算と比較する。

単価設定は多段中継方式と同一とし、光伝送路  
方式に必要なネットワーク機器等の積算は省略し  
ている。

なお、光ファイバケーブルの敷設費用は、ケー  
ブルの設置条件、種別等により異なるが国土交通  
省単価（200 万円～ 300 万円/1Km）の最低単価  
を適用した。

光伝送線等敷設費用（増額分）

第 1 基地局～第 2 基地局	5.2 k m	1,040 万円
第 1 基地局～第 4 基地局	5.3 k m	1,060 万円
計	10.5 k m	2,100 万円

中継用送受信装置（減額分）

第 2 基地局中継用送受信装置	1 式	70 万円
第 3 基地局中継用送受信装置	1 式	70 万円
第 4 基地局中継用送受信装置	1 式	70 万円
計	3 式	▲ 210 万円

※ 基地局間を光ファイバで中継するため中継用送受信装置は不要となる。

《初期投資の世帯平均額試算》

多段接続型 FWA システムの設置費に上記金額を合算すると、3,105 万円となる。

$$1,215 \text{ 万円} + 2,100 \text{ 万円} - 210 \text{ 万円} = 3,105 \text{ 万円}$$

また、1 世帯平均は 8.2 万円（3,105 万円 ÷ 377 世帯）で、5 万円の増加。

これに加入者局にかかる経費（8 万円）を加算すると、1 世帯あたりの導入コストは、  
16.2 万円となる。

～ ランニングコストの試算（概算）～

ランニングコストを計算する場合、設備投資に対する減価償却費、システム等の保守点  
検費、土地・建物等の借料、上位 I S P 接続費、通信回線、電気代など多くの要素が必要

となるが、ここでは下表のとおり限定的な項目に関して、多段接続型F W Aシステムと光伝送路方式F W Aシステムとの対比について考察する。なお、基地局の設置条件は同一とする。

表 5-3(1) ランニングコスト

項 目		多段接続F W A	光伝送路方式F W A
減価償却費	基地局無線設備	7 装置	4 装置
	監視制御設備	一式（同一条件とする）	
	光伝送路	不要	10.5 k m
保守点検費	基地局無線設備	7 装置	4 装置
	光伝送路	不要	10.5 k m (電柱移転等も考慮)
土地・建物等借料	土地・建物等	基地局 4 カ所（同一条件とする）	
	電柱使用料	不要	約 300 本 (10.5km/35m)
上位 I S P 接続費		別途（同一条件とする）	
通信回線借料		別途（同一条件とする）	

a) 減価償却費

基地局送受信装置及び監視制御装置について、仮に償却期間6年・定額法で計算すると次のとおりとなる。

$$640 \text{ 万円} \times 0.9 \div 6 \text{ 年} \div 12 \text{ 月} = 8 \text{ 万円} \quad (\text{多段接続F W A})$$

$$430 \text{ 万円} \times 0.9 \div 6 \text{ 年} \div 12 \text{ 月} = 5.4 \text{ 万円} \quad (\text{光伝送路方式F W A})$$

なお、光伝送路方式F W Aシステムについては、この他に光伝送路設備の投資に係る減価償却費が必要となる（試算では省略するが、相当額のコストが見込まれる）。

b) 保守点検費

基地局送受信装置及び監視制御装置について、両方式の点検箇所数、点検機器数等が仮に同等（相対価格差なし）とし、試算には加えないこととした。

なお、光伝送路設備の保守点検費用は、建設原価の2%とした。

$$2,100 \text{ 万円} \times 0.02 \div 12 \text{ 月} = 3.5 \text{ 万円} \quad (\text{光伝送路方式F W A})$$

c) 土地・建物等借料

基地局について、設置場所等について両方式とも同一条件（相対価格差なし）とし、試算には加えないこととした。

光伝送路は全て共架とし、電柱1本当たり年間借料を1,680円とした。

$$1,680 \text{ 円} \times 300 \text{ 本} \div 12 \text{ 月} = 4.2 \text{ 万円} \quad (\text{光伝送路方式FWA})$$

d) 上位ISP接続費

通常、ローカルISPが上位のISPと新規に接続する場合は、ISP事業者によって料金設定やサービス条件が異なるので、希望する条件を整理し個別に調査する必要がある（なお、本FWAシステムの場合、技術試験の結果から、ボトルネックを回避するためには20Mbps程度での接続が必要となる。）。

ここでは、ISP接続料を毎月の利用料に含めてコスト回収がされ、また、両方式とも同一条件（相対価格差なし）と仮定し、試算には加えないこととした。

e) 通信回線月額借料

本調査検討においては、第1基地局に接続可能な地域公共ネットワーク等の回線があることを前提とし、その地点から先の加入者回線の確保の観点で考察することに重点を置いているが、利用可能な余剰心線等がない場合に、通信事業者等から通信回線を借用しなければならないことを考慮し、現地（廿日市市吉和）から廿日市市内まで民間通信事業者の光ファイバを借用する場合を想定して試算する。

実際には、必要な区間に通信事業者等の借用可能な通信回線があるかどうかを調査するとともに、借用にあたっての諸条件について具体的に整理しなければ正しい試算額とはならないことをご理解いただきたい。

現地から廿日市市内まで約20Km、通信事業者の光ファイバ借用の単価がおおよそ1心・1m当たり年額45円と仮定し、2心使用するとした場合、月額借料は15万円となる。

$$45 \text{ 円} \times 20000 \text{ m} \times 2 \text{ 心} \div 12 \text{ 月} = 15 \text{ 万円}$$

ちなみに、仮に国土交通省の光ファイバが借用できたとすると、1心・1m当たり年額16円であるから、月額借料は5.3万円となる。

$$16 \text{ 円} \times 20000 \text{ m} \times 2 \text{ 心} \div 12 \text{ 月} = 5.3 \text{ 万円}$$

《ランニングコストの比較考察（世帯平均額試算）》

(1) 光伝送路方式FWAシステムとの対比

a～eの合計額は下表のとおりとなる。

表 5-3(2) ランニングコストの比較

種別	減価償却費	保守点検費	ISP	電柱借料	回線借料	合計
多段接続	8万円	—	—	—	15万円	23万円
光伝送路	5.4万円	3.5万円		4.2万円		28.1万円

これを377世帯（エリア内世帯数）で除すると、ランニングコストの月額世帯平均は

- 多段接続F W Aシステムでは、610 円
- 光伝送路方式F W Aシステムでは、745 円

となり、従来の光伝送路方式と比較した場合、多段接続型F W Aシステムが経済的であることが伺える。

ただし、光伝送路方式の場合は、個々の基地局でそれぞれ最大スペックの運用が可能で、多段接続型と比較して多くの加入者局を収容できるなどの利点を有していることから、導入しようとする地域やビジネスモデル等の条件を踏まえ、システム選択とコストの在り方を検討する必要がある。

## ( 2 ) 都市部と条件不利地域との対比

ランニングコストを都市部等における他の同様の事例と比較した場合、仮に減価償却費、上位I S P接続費、保守管理費等が同じ条件とすると、都市部から現地までの通信回線借料分のみが条件不利地域に対して経費加算されるため、通信回線月額借料をエリア内世帯数で除すると、1世帯あたりにかかるランニングコストの追加分は約400円となる。

15万円÷377世帯=398円(約400円)

いわば、この部分に相当する経費を、特に世帯数の少ない地域においてどう回収できるのかが重要な課題のひとつであり、例えば、e-Japan戦略やI T新改革戦略にも触れられているように、地域公共ネットワークの整備とあわせて光ファイバの民間開放を行うなど、地方公共団体がディバイド解消に向けて一定の役割を果たすことが期待されている。

九州総合通信局 平成16年3月

近接離島のブロードバンド・アクセス推進のための実証実験に関する調査研究

(P61~62)

離島と本土間の距離が近距離・中距離(5km以内)の場合と長距離(5~10km)の場合に区分し、検討する。

### ・ 近距離・中距離(5km以内)の離島

5km以内の離島に置いては、実験の結果、2.4GHz帯小電力データ通信システム及び18GHz帯公共業務用無線アクセスシステムのいずれにおいてもネットワークの構築が可能である。

ただし、2.4GHz帯小電力データ通信システムは1対向の実効最大伝送速度が10Mbps

程度であり、18GHz 帯公共業務用無線アクセスシステムの 100Mbps と比較すると遅いため、利用ユーザ数が 100 世帯程度に制限される。

また、40GHz 帯ケーブルテレビ無線分配システムを使用することにより、多チャンネル・ケーブルテレビの映像伝送の可能性もある。(今回の実験では 3 km の距離で 40ch 分の映像を伝送することができた。ただし、本システムは、現在、(社)日本 CATV 技術協会に置いて調査検討中であり、今後の結果に留意する必要がある。

- ・ 長距離 (5 ~ 10 km) の離島

2.4GHz 帯小電力データ通信システムでは高速度の通信 (IEEE802.11g : 最大伝送速度 54Mbps) の確保は困難であり、満足な伝送速度が得られなかった。(ただし、高利得の空中線を使用すれば、低速度 (IEEE802.11b 規格 : 最大伝送速度 11Mbps) のネットワーク構築は可能と考えられるが、映像のストリーミング伝送等は不可能である。)

18GHz 帯公共業務用無線アクセスシステムについては、この距離においても 5 km 以内と同様に良好な伝送性能が得られており、ネットワークの構築が可能である。ただし、回線設計に当たっては、降雨減衰の影響を十分考慮する必要がある。

40GHz 帯ケーブルテレビ無線分配システムについては、この距離の本土-離島間の実験は行われていないが、計算値によれば、晴天時 10ch 程度のケーブルテレビの映像が伝送できる可能性もある。(ただし、降雨減衰について相当の影響が予想されるため、今後の調査検討結果に留意して再検討する必要がある。)

## 2. 2 機器機能・設置方法

無線アクセスシステムの機能及びその設置方法に関する事例を中心に収集した。

北海道総合通信局 平成 15 年 5 月

無線アクセスシステムによるブロードバンド環境の実現に関する調査研究

(P13、資-28)

10GHz 帯以上の無線通信システムは、降雨により伝送距離が影響を受けるため、一定量の降雨マージンを確保する必要があり、これにより伝送距離が決定する。

札幌における降雨の条件下では、年間稼働率 99.99% (年間累積瞬断時間約 1 時間) を確保できる伝送距離は表 2-1-3 のとおりである。

表 2-1-3 札幌市におけるアンテナ口径別の伝送距離

アンテナ口径	30cm	120cm
伝送距離	5.5km	10.5km

注 伝送速度 156Mbps 送信出力：+18dBm

北海道総合通信局 平成16年4月

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

(P10)

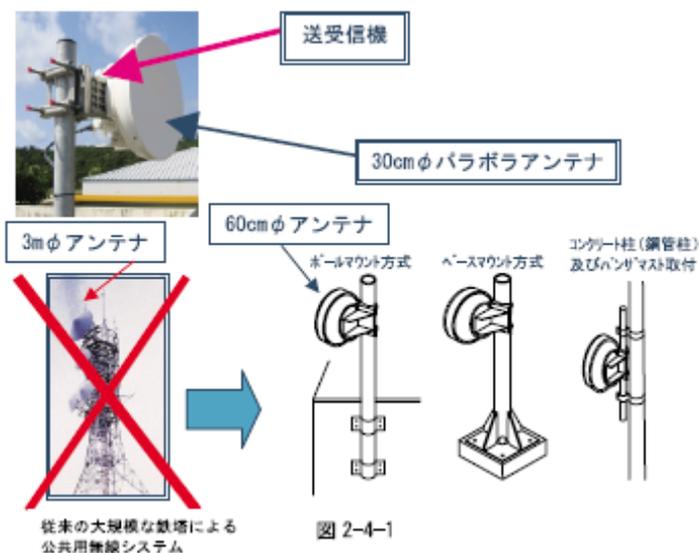
○留意すべき工事の例

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。工事にあ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出来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。

○18GHz 帯無線システムのアンテナと設置方法

18GHz 帯無線システムのアンテナの写真（30cm）と代表的な設置方法については下図のとおりである。



九州総合通信局 平成 18 年 3 月  
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  
徳島県阿南市

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。

岡山市  
岡山市下水道光ファイバ通信網

下水道管渠内へ光ファイバを布設するメリットは、下水道管渠内の空間を有効活用することにより、自然災害に強く安全性、信頼性が高い通信網を構築できることにある。架空光ファイバの場合、布設の自由度が高く、既に効率的な布設工法が確立していることから

比較的安価に西部することができるが、地震、台風、浸水などによる電柱の倒壊や樹木、建物の倒壊によるケーブルの切断など、安全性、信頼背負う追及する上では課題も多い。一方、下水道管渠内に布設する場合、地下ケーブルは、管径、汚水、雨水に応じて適した布設工法をとることで浸水時の管内の増水や外界の影響を受けない。

	初期コスト	保守コスト	信頼性	安全性	拡張性
架空布設	比較的低い	比較的高い	比較的低い	比較的低い	比較的高い
下水道布設	比較的高い	比較的低い	比較的高い	比較的高い(注)	制限あり

(注)：阪神淡路大震災の際の地下ケーブルの災害率は地上の1/80であった。

### 2. 3 遠距離、多段中継、相互干渉

無線アクセスシステムを遠距離/多段中継で使用した場合及び無線アクセスシステム間の相互干渉に関する事例を中心に収集した。概要については以下のとおり。

#### ○概要一覧

	報告書名	概要
平成 17 年 1 月	北海道総合通信局 「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検討」 (P14~16)・・・・・・・・・・48	・距離、アンテナ口径等が異なる 18GHz 帯無線アクセスシステムの 6 地点での回線断時間の実測結果
平成 18 年 3 月	中国総合通信局 「中山間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」 (P4-22 及び P4-25~4-27)・・・・・・・・49	・5GHz 帯多段接続型 FWA システムについて ○自由空間損失を用いた机上設計である程度システムの設計が可能 ○帯域制御試験結果
平成 17 年 3 月	四国総合通信局 「中山間地域におけるワイヤレスブロードバンドに関する検討」 (P95~99、P101~105)・・・・・・・・49	・18GHz 帯無線通信システムによる多段中継 ・2.4GHz アドホックネットワーク実験
平成 16 年 3 月	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	・IPsec 使用時の 5GHz 帯及び 18GHz 帯無線通信システム

	セスシステムの在り方とセキュリティーに関する調査研究会 (P42~46) . . . . . 50	のスループット測定結果 ・18GHz 帯無線通信システムと 5 GHz 帯無線通信システムの併用
平成 16 年 3 月	九州総合通信局 「近接離島のブロードバンド・アクセス推進のための実証実験に関する調査研究」 (P27, 34) . . . . . 52	・近接アンテナによる相互干渉の確認 ・マルチキャスト通信の確認結果
平成 16 年 3 月	沖縄総合通信事務所 「南北大東地区における準ミリ波帯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」 (P51) . . . . . 52	・サイトダイバーシティ
平成 18 年 3 月	東海総合通信局 「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」 (P51~53) . . . . . 53	・ MIMO(Multi Input Multi Output または Multiple Input Multiple Output)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) ・ MIMO 技術を適用した無線 LAN の伝送試験 ・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)
平成 18 年 3 月	総務省 「離島のブロードバンド化促進に関する調査研究報告書」 (P35) (P42~43) . . . . . 55	・ 18 GHz 帯無線通信システムによる長距離伝送試験
平成 16 年 3 月	総務省 「離島地域における地域公共ネットワーク構築の推進に関する調査研究」 報告書 (P42~59) . . . . . 57	衛星を利用して以下の実験を実施 ・基礎実験 ・ネットワーク通信実験 ・アプリケーション実験

北海道総合通信局 平成 17 年 1 月

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検討

(P14~16)

年間回線断時間率（不稼働率）を表 I で比較した。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。

表 I 回線断時間率比較表

送受信地点 A 局	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	多度志小学校
送受信地点 B 局	沼田町ライスファクトリー	多度志小学校	多度志中学校
距離	14.2 k m	8.4 k m	0.75 k m
A・B 局アンテナ口径	1.2m φ	0.6m φ	0.3m φ
A・B 局空中線電力	0.063W	0.063W	0.063W
変調方式	32Q AM		
年間回線断時間率（計算値）	0.0091%	0.0043%	0.000001%
試験期間	03/11/11-04/12/31		
試験日数	417 日		
回線断時間	17 分	9 分	0 分
年間回線断時間率（実測地）※	0.0032%	0.0017%	（回線断無し）

送受信地点 A 局	深川市生きがい文化センター	秩父別町役場	深川市生きがい文化センター
送受信地点 B 局	秩父別町役場	北竜町役場	あぐり工房まあぶ
距離	8.12 k m	7.44 k m	5.9 k m
A・B 局アンテナ口径	0.6m φ	0.6m φ	0.6m φ
A・B 局空中線電力	0.05W	0.04W	0.05W
変調方式	64Q AM	128Q AM	16Q AM
年間回線断時間率（計算値）	0.014%	0.013%	0.0029%

試験期間	03/11/28-04/11/30	04/7/1-04/12/31	03/11/26-04/12/31
試験日数	368 日	184 日	401 日
回線断時間	14 分	4 分 47 秒	9 分 40 秒
年間回線断時間率(実測地) ※	0.0027%	0.0009%	0.0018%

中国総合通信局 平成 18 年 3 月  
中山間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  
(P4-22 及び P4-25～4-27)

5GHz 帯多段接続型 FWA システムについて、基礎的な電波伝搬の確認およびスループットの確認を行ったが、机上設計に近い良好な結果を得ることができた。

今回の結果より、中山間地域における置局設計についても自由空間損失を用いた机上設計である程度システムの設計が可能であることがわかった。

帯域制御試験結果(中継区間と加入者区間のスループットの違い) (P4-25～4-27)

中継で懸念されるネットワーク回線に近い起点局(ここでは第 1 基地局)が有利となり最終段(同第 4 基地局)が不利となることは、帯域制御にて解消されることが確認できた。

四国総合通信局 平成 17 年 3 月  
中山間地域におけるワイヤレスブロードバンドに関する検討  
(P95～99、P101～105)

役場 ⇔ 山上中継 ⇔ からり の多段無線中継の伝送試験  
(18G 950m) (18G 1550m)

18GHz 帯無線機による多段中継の効果を評価するため、P C 端末をからり一町役場の両端に置いて役場ーからり間の中継伝送速度を同様に測定した。2 割程度の速度の低下は見られるが、通信は安定しており多段中継の有効性が認められる。このように多段中継が可能なことで、直接見通しの取れない拠点間の通信にも有効に活用できることが分かる。

役場 ⇔ 山上中継 ⇔ からり ⇔ 伝習センターの 3 段階無線中継の伝送試験  
(18G 950m) (18G 1550m) (26G 480m)

端末は伝習センターと役場に置いた。その結果下り方向で8 Mbps以上の通信速度が得られた。以前画像伝送にも十分な通信速度が得られている。上り、下りで非対称性が出ているのは26GHz加入者無線の非対称性に起因するものである。

以上のように18GHz及び26GHzを用いた地域ネットワークは10Mbps以上の通信帯域を持ち画像伝送を行うに十分な通信速度を有しているといえる。また多段中継でも十分な通信パフォーマンスを示した。

## 2.4GHzアドホックネットワーク実験

町並みの端から端まで(約600m)は、最小4ホップで接続可能であったが、電波状態によっては、例えば端末3と5との直接接続が時々切断されることがあった。スループットはホップ数の増加に伴って減少し、TCP・UDPともの3ホップでほぼ1Mbps程度であった。ping応答時間は1ホップ毎に2～4ms程度増加した。

2.4GHz帯無線LANは、見通しのよい場所で外部アンテナを使用すれば、100m以上到達することが確認できた(例えば約180m離れた端末2と5で直接通信が可能であった)。一方、逆に見通しの悪い場所では、電波が時々到達しない場合があった(例えば道路が鉤型に曲がっている端末7周辺)。このような場所でアドホックネットワークを構築する場合、通信の信頼性を向上するために、中継端末を多めに配置したり、高利得なアンテナを使用したりすることが望ましいと考える。

スループットは3ホップ先でも1Mbps以上有、IPカメラの映像配信(Motion-JPEG、320×240ピクセル、可変フレームレート)程度であれば十分実用に耐えうるレベルであることを確認できた。今回は観光情報の配信を行ったが、地域住民向けの情報配信サービスや誘拐防止のための見守りサービスなどにも適用できると考える。

関東総合通信局 平成16年3月

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ーに関する調査研究会

(P42～46)

IPsec(インターネットを暗号通信を行う)を使用するとスループットが低下する(P46)

・UTPケーブルを利用した場合、IPsecがOFFの状態では、光ファイバ回線と同等の約

95Mbps というスループットが測定できた。しかし IPsec を ON にした結果、スループットはおよそ 1 割ほどに低下した。

- ・ 5GHz 帯 FWA を利用した場合、IPsec が OFF の状態では、5GHz 帯 FWA の実効スループットを考慮にいれば満足な結果だといえる。だが IPsec を ON にすると、下り側スループットは半分以下に、上り側スループットは 3 割程度低下する。
- ・ 5GHz 帯 FWA を 2 区間利用した場合、平砂浦ビーチホテル～ホテルアクション区間とほぼ同等の結果が測定された。IPsec を ON にすると、下りスループットは半分程度に、上りスループットは 3 割弱低下する。
- ・ 18GHz 帯 FWA を利用した場合、18G 区間は、測定端末が 100BASE-TX であることを考えると良好な結果といえる。しかし、IPsec を ON にするとスループットはそれぞれ 1 割ほどに低下した。

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。

#### 18GHz と 5 GHz の併用は可能 (P46)

- ・ 18G 区間、5 G 区間を介した測定を行ったが、スループットは前述の 5 G 区間の測定結果とほぼ同等である。18G 区間と 5 G 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。

九州総合通信局 平成 16 年 3 月

近接離島のブロードバンド・アクセス推進のための実証実験に関する調査研究

(P27, 34)

2.4GHz 帯小電力データ通信システムを 2 回線用意し、帯域が相互干渉しないチャンネル同士で、かつ、アンテナ間隔が 3 m 以上離れていれば、第一回線と第二回線とは相互に干渉しないことがわかった。しかし、波戸崎～加唐島間の距離（4.2 k m）になると、帯域が相互干渉しないチャンネル同士であっても映像再生が停止する為、少なくとも、アンテナ間隔を 6 m 以上に離す必要があると考えられる。

#### 60GHz を経由する 2.4GHz

マルチキャスト通信において、市民会館～高島中学校間（3.5 k m）では同時再生端末が 4 台という良好な結果が得られた。しかし途中に 60GHz 帯高速無線通信システムを経由する市民会館～高島支所間（4.0 k m）では、同時再生端末が 0～4 台と安定しなかった。これは、市民会館～高島支所間で 2.4GHz 帯小電力データ通信システムの伝送遅延（数 msec）が発生し、さらに高島中学校～高島支所間の 60GHz 帯高速無線通信システムを経由する際のわずかな伝送遅延が加算された為に、映像再生の許容遅延時間を越えてしまったものと推測される。参考までに、同一時間帯の同一実験環境において、市民会館～高島中学校間を 2.4GHz 帯小電力データ通信システムから 18GHz 帯公共業務用無線アクセスシステムに切り替えた際、安定して同時 4 台の映像再生が行えた。因みに、市民会館～高島中学校間での 18GHz 帯公共業務用無線アクセスシステムでの伝送遅延時間は最大でも 2 msec（2.4GHz 帯では 4～9 msec）であり、一ヶ月間に 4 回測定した際も、安定した数値を示していた。

沖縄総合通信事務所 平成 16 年 3 月

南北大東地区における準ミリ波帯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

(P51)

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。

東海総合通信局 平成18年3月

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  
(P51~53)

MIMO(Multi Input Multi Output または Multiple Input Multiple Output)技術は、送信側および受信側アンテナとも2本以上の複数アンテナを使用し、送受信間で複数の伝搬路を形成して同じ周波数で同時に伝送する技術である。空間的に多重されていることから、空間多重技術を実現する技術である。

一般に無線通信においては、複数の伝搬路の存在、つまりマルチパスは相互に干渉するため通信の伝送品質を低下させるものであるが、MIMO 技術ではこれを逆に利用して、図2-2に示すように各マルチパスに異なる送信信号を分配・並列伝送し、受信ではそれらを信号処理技術を用いて分離・検出することにより、図2-3に示すように理想的には送受信アンテナの少ない方の数に比例して伝送速度を飛躍的に高めることができる（2本ならば2倍、3本ならば3倍、n本ならばn倍）。

まとめ(P51)

(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。

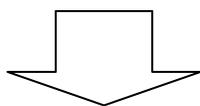
ウ 端末局のアンテナを建物に固定して測定（測定地点のほとんどが見通し内）する環境では、MIMO 技術による高速化の改善効果は、約1.5倍発揮される。また、送受信ダイバーシティも含めた広義のMIMO では、これよりも格段の改善効果が得られると推測される。

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9m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ン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。



- ・屋外に基地局を設置し、端末を屋外の見通し外の環境で測定した場合には約 2 倍、屋外の見通し環境で測定した場合には約 1.5 倍、端末を屋内の見通し環境で測定した場合は最大約 2.7 倍、見通し外環境で測定した場合は最大約 3.5 倍の MIMO 技術による伝送速度の高速化の改善効果が得られる。
- ・スループットの向上にはできるだけ送受信間を見通しの環境にするとともに、固有値の高い反射波等の到来電波数を多く受信できる環境にすることが望ましい。
- ・アンテナ間隔については、設置環境に依存する。

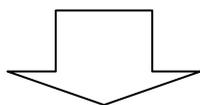
(2) MIMO 技術を適用した無線 LAN の伝送試験 (送信アンテナ 2 本×受信アンテナ 3 本)

ア 基地局との見通しがある 400m の範囲では 2 Mbit/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 18.4 Mbit/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、 $3\lambda$  から  $10\lambda$  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。



・ MIMO 技術を屋外で使用する場合には、見通しがあり有効な反射波を受信できる地点で MIMO 効果が顕著に発揮される。

(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)

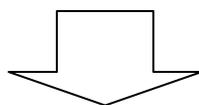
ア 見通し内の環境においては、受信アンテナの本数を 3 本以上にすることで、受信アダプティブアレイ効果が約 2 倍得られる。

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。



・ 見通し内環境における受信アダプティブアレイ効果は、約 2 倍の伝送速度の高速化が得られ、また電波の到達距離については約 2.4 倍拡大されるが、送信ダイバーシチ効果は現れない。

・ 見通し外環境においては、受信アダプティブアレイ効果により最大約 3 倍、また送信選択ダイバーシチ効果により最大約 2 倍伝送速度が高速化され、さらに電波の到達距離については、約 1.5 倍拡大される。

総務省 平成 18 年 3 月

離島のブロードバンド化促進に関する調査研究報告書

(P35) (P42~43)

## 京泊、甌島間 26.63 km での実験

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

受信レベルの累積百分率グラフ（156Mbps）では、回線稼働率は約99%であり、受信レベルの累積百分率グラフ（26Mbps）では、回線稼働率は約99.9%。前述のBERグラフから算出した回線稼働率と比較した場合、受信レベルが限界地に達する時間率は短く、受信レベルの低下に因らないエラーが発生していることがわかる。

スペースダイバシティによる対策を行った場合、マルチパスに対する効果は大きく、20秒以内の短時間エラーが減少する。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

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99%以上を、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。

総務省 平成16年3月

「離島地域における地域公共ネットワーク構築の推進に関する調査研究」報告書  
(P42～59)

① 基礎実験

・ 回線設定実験

(目的) 離島一本土間において最大2Mbpsの伝送速度で衛星回線を設定できることを確認する。

(方法) 送受信局の伝送速度を2Mbpsまで段階的に設定し送受信する。その際の誤り率を測定する。

(成果) 送受信局の伝送速度を32kbps、64kbps、128kbps、256kbps、384kbps、512kbps、768kbps、1024kbps、1536kbps、2048kbpsと段階的に設定の上、FTPファイル伝送を実施した時の伝送速度、伝送効率等を測定した結果、32kbps～1024kbpsにおける

伝送効率は約 95%であった。また、1536kbps で約 88%、2048kbps で約 86%と多少効率が低下したものの 2Mbps 伝送時に T C P - I P を使って約 1.8Mbps の伝送が可能であり、衛星通信回線にて十分な伝送速度が得られることが確認できた。

また、データ伝送時のパケットロス率は 0%、伝送遅延は約 256ms、揺らぎは約 30ms であり、衛星通信回線品質も良好であることが確認できた。

- 回線制御実験

(目的) 離島ー本土間において、伝送情報量に応じて衛星回線の伝送速度が変化し、衛星トランスポンダを有効利用できることを確認する。

(方法) 離島及び本土に設置した地球局の管制を行う管制局のコマンドにより衛星回線の伝送速度を変え、アプリケーションソフトの動作も確認する。

(成果) 最大 2048kbps の伝送速度を自動可変モード(BoD 機能)に設定した場合、データ伝送容量に合わせて自動的に伝送速度が変化(32kbps から 2048kbps に段階的に変化)することが確認できたことから、利用時の伝送容量に応じて伝送速度が可変し、衛星通信の利用帯域が有効に活用できることが確認できた。

## ② ネットワークの運用実験

- スループット確認実験

(目的) 衛星回線及び地域公共ネットワークを通じた回線のスループットを測定し、離島ー本土間といった遠距離によるスループットの状況を確認する。

(方法) 離島側の地域公共ネットワークに接続しているターミナルと本土側のターミナル間で通信をおこないスループットを測定する。

(結果) 小値賀町地域公共ネットワークと衛星系ネットワークとの間に N A T 機能付きルータを設置し、静的アドレス変換、動的アドレス変換及び I P マスカレードによる変換のそれぞれに設定し、F T P ファイル伝送時の伝送効率を測定し、6.3.1 項の回線設定実験時と比較した結果、ほぼ同等の伝送効率(伝送効率;79%~95%)であった。

- ネットワーク通信実験

(目的) 衛星回線及び地域公共ネットワークを通じた回線で通信を行うためのポートの設定、セキュリティ制御について考慮すべき点を検証する。

(方法) 各種アプリケーションの利用において、離島側の地域公共ネットワークに接続しているターミナル、本土側のターミナル及びその間にあるルータ、スイッチ、ファイアウォール等のパラメータで検証する。

(結果) ネットワーク構成として、V P N を持たない衛星系ネットワークのみの構成

(VPN なしネットワーク)と、VPNを構築して暗号化処理を行うよう設定された構成(VPN ありネットワーク)とを構築し、それぞれのネットワーク構成に関して実験を実施した。

「VPNなしネットワーク」及び「VPNありネットワーク」のそれぞれにおいてTV会議システムを利用してTV会議を小値賀町役場と LASCOM 本部局間で実施した。「VPNなしネットワーク」と「VPNありネットワーク」との間で画質、音質の違いは認められず、VPNルータによる影響は見られなかった。

インターネット接続のためのネットワーク構成において、WWW ブラウジングを用いてアプリケーションの動作確認を実施した。

プロキシサーバにおいてデータを通す際に、有害な情報の制限を行うことと不正なアクセスを防止するため、キーワードによる規制を実施し、データをキャッシュしてアクセススピードの向上を図った。

本実験ではファイアウォールソフトの代用としてアンチウイルスソフトをインストールすることで、ウイルス感染の踏み台とならないようにしたところ、次の知見が得られた。

- ◎ 衛星側のホスト数が 126 までのため、それ以上のホスト数が存在する場合、IPマスカレード等の動的NATを使用する必要がある。
- ◎ VPNルータをスループット改善装置の外側(地域公共ネットワーク側)に設置しTCP通信する場合、VPNルータによってカプセル化されスループット改善装置でヘッダ情報が判別できなくなるためスループット改善が機能しなくなる。
- ◎ レイヤ3以上の部分でIPアドレスを使用しているアプリケーションを利用する場合には、NATルータにおいて注意が必要。例えば、本実験で利用したTV会議システムで、システムで使用している通信プロトコルがNATに対応していないため、地域公共ネットワークに接続されたPC端末から見て、IPパケットの送信先アドレスと送信元アドレスが衛星ネットワークを経由してもアドレス変換がされないようNATを設定する必要がある。
- ◎ インターネット接続において 256kbps 以上の衛星通信回線を利用しインターネット接続を実施する場合、WWWブラウザ閲覧時は下り回線だけでなく上り回線も大量のデータを返信するため、下り回線のみスループット改善装置機能を付加するだけでは実効速度は維持できず、大きく低下してしまう。よって、WWWブラウザ閲覧等を実施する場合は双方向にスループット改善装置機能を付加することが望ましい。

インターネット接続実効速度

- ・スループット改善装置を上下回線双方に設置した場合；約 1.8Mbps
- ・スループット改善装置を下り回線のみ設置した場合；約 500kbps

- ・ サービス品質実験

(目的) 衛星回線及び地域公共ネットワークを通した回線でのサービス品質に対応した通信が可能であることを検証する。

(方法) 離島側の地域公共ネットワークに接続しているターミナルと本土側のターミナル間で各種アプリケーションが要求するサービス品質（遅延、遅延揺らぎ、ビットエラー、パケットロス）を測定する。

(結果) ネットワーク構成は 6.4.2 項と同様、VPN トンネル方式にて、各種アプリケーションが要求するサービス品質（遅延、遅延揺らぎ、ビットエラー、パケットロス）を測定した結果、通信性能の悪化は見られなかった。（ロス；0%、遅延；約 260ms）

- ・ 暗号化実験

(目的) セキュリティを確保するための暗号化処理機能が衛星回線及び地域公共ネットワークを通した回線で稼動することを検証する。

(方法) 離島側の地域公共ネットワークに接続しているターミナルと本土側のターミナル間及び離島側の地域公共ネットワーク内のルータと本土側のルータ間で IPsec を機能する通信、しない通信を行う。

(結果) 各ネットワーク構成において Ping を実施し、暗号化処理されたパケットが転送されたことを確認した。よって、セキュリティを確保するための暗号化処理機能が衛星回線及び地域公共ネットワークを通した回線で稼動することを検証できた。

### ③ アプリケーション通信実験（離島ー本土間）

- ・ インターネット接続実験

(目的) 衛星回線及び地域公共ネットワークを通した回線を利用し、離島の地域公共ネットワーク網におけるインターネット環境が高速化されることを実証する。また、離島側にキャッシュサーバーを設置した場合のキャッシュサーバーの有効性を検証する。

(方法) 離島の地球局に接続する地域公共ネットワーク内の端末から本土の地球局を經由し本土のインターネットサービスプロバイダ (ISP) からインターネットに接続し、大容量のファイルのダウンロード等を行い、体感による高速化を確認する。また、離島側にキャッシュサーバーを設置した場合のサーバのヒット率を測定する。

(結果) 小値賀町地域公共ネットワーク内の端末から地球局を經由し本土のインターネットサービスプロバイダ (ISP) からインターネットに接続し、インターネット実効速度は約 1.8~1.9Mbps(回線速度 2048kbps)であった。（本土側(LASCOM 山口局)のインターネット接続実効速度は約 3.8Mbps）

また、離島側にプロキシサーバを設置した場合のサーバのヒット率はこの実験期間中では約10%であった。

- ・ 遠隔授業実験

(目的) 衛星回線及び地域公共ネットワークを通じた回線を利用し、本土の地球局に接続する公共施設及び離島の地球局に接続する地域公共ネットワーク内の公共施設間で遠隔授業が実施できることを実証する。

(方法) 小値賀町地域公共ネットワーク内の小値賀小学校と西東京市田無小学校間を双方向2048kbpsの衛星回線で接続し、高画質TV会議システムを利用して遠隔授業を行った。

(結果) 小値賀町からは教室の映像及びインターネット経由、野崎島のライブカメラ映像を利用し、授業を行った。両校ともに、画像解像度も鮮明であり、音声も明瞭であり、衛星通信回線の通信遅延も感じられず授業が行えたと好評であった。

- ・ 防災情報伝達実験

(目的) 衛星回線及び地域公共ネットワークを通じた回線を利用し、離島の地球局に接続する地域公共ネットワーク内の公共施設及び本土の地球局に接続する公共施設間で災害時における映像等の防災情報伝達がより効果的におこなえることを実証する。

(方法) 小値賀町地域公共ネットワーク内役場会議室と総務省消防庁内危機管理センター間を双方向2048kbpsの衛星回線で接続し、高画質TV会議システム、地震計データ伝送システム及びFTPデータ伝送(小値賀町映像データ)を同時に利用し、小値賀町の地球観測衛星データにて地区の位置を確認しながら防災訓練を実施した。

(結果) 上記の全てのシステムが確実に動作した。よって、衛星回線を通して、防災情報伝達ができることが実証された。

#### ④ アプリケーション通信実験 (離島ー周辺離島間)

- ・ 健康相談実験

(目的) 衛星回線及び地域公共ネットワークを通じた回線を利用し、離島の地球局に接続する地域公共ネットワーク内の医療施設及び周辺離島の地球局に接続する公共施設間で、周辺離島側公共施設に設置された健康管理端末で取得したデータを離島側医療施設に送信できることを実証する。また、送信されたデータに基づいて問診や健康相談が実施できることを実証し、健康相談が行えることを実証する。

(方法) 小値賀町地域公共ネットワーク内健康管理センターと納島公民館間を双方向2048kbpsの衛星回線で接続し、TV会議システム、健康管理システム(すこやかめいと)を同時に利用し、公民館に設置した健康管理端末で取得した心電図、血圧等

のデータを健康管理センターへ送信し、同時に TV 会議システムにてそのデータを基に問診、健康相談を実施する。

(結果) 上記システムにより、問診、健康相談が実施できることが実証できた。

・ 防災情報伝達実験

(目的) 衛星回線及び地域公共ネットワークを通じた回線を利用し、災害時における映像等の情報伝達が実施できることを実証する。

(方法) 小値賀町地域公共ネットワーク内役場会議室と納島間を双方向 2048kbps の衛星回線で接続し、高画質 TV 会議システムを利用し、離島・周辺離島間の防災訓練を行った。

(結果) 上記システムにより、災害時における映像等の情報伝達が実施できることが確認された。また、平行して、納島と総務省消防庁内危機管理センター間を 256kbps の衛星回線で接続し、ライブカメラを使用し、防災訓練の様相を総務省消防庁内危機管理センターからリモート操作でモニタする実験も実施した。

2. 4 降雨減衰等天候関係

無線アクセスシステムに対する降雨減衰等天候関係の影響に関する事例を中心に収集した。概要については以下のとおり。

○概要一覧

	報告書等名	概要
平成 16 年 4 月	北海道総合通信局 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 (P44～45) . . . . . 64	雪よりも雨（あるいはみぞれ）の方が影響を受けやすい
平成 17 年 1 月	北海道総合通信局 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検討 (P27) . . . . . 65	18GHz では降雪よりも降雨による受信レベルの低下の影響の方が大きい
平成 17 年 3 月	四国総合通信局 中山間地域におけるワイヤレスブロードバンドに関する検討 (P97) . . . . . 66	霧は 18GHz に影響なし

平成 16 年 3 月	九州総合通信局 近接離島のブロードバンド・アクセス 推進のための実証実験に関する調査 研究 (P35、59、資料5P26)・・・66	18GHz は 11mm の雨でも運用に問題 はなかった 18GHz の海面反射による受信電解強 度の変動 強風による接合不良による瞬断、気温 低下によるスループット低下 18GHz 降雨量と伝送距離の考察
平成 16 年 3 月	沖縄総合通信事務所 南北大東地区における準ミリ波帯無 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 (P11～12)・・・・・・・・・・72	18GHz 降雨による減衰量
平成 18 年 3 月	中国総合通信局 中山間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 (P4～24)・・・・・・・・・・73	5 GHz では、雨、雪の影響は受けな い
平成 16 年 3 月	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会 (P49、54)・・・・・・・・・・75	5GHz の FWA には降雨の影響は一切 ない 18GHz は降雨 11mm で-68dBm まで 低下
平成 18 年 3 月	総務省 離島のブロードバンド化促進に関す る調査研究報告書 (P48, 54)・・・・・・・・・・76	18GHz で ATPC は降雨減衰の影響を 軽減 18GHz でスペースダイバシティ環境 下において発生するエラーは降雨減 衰によるものが支配的
平成 17 年 3 月	東海総合通信局 飛騨地域における情報化推進に関 する調査研究報告書 (P53)・・・・・・・・・・78	18GHz は降雪の影響は軽微

伝送距離対年間不稼働率

(1) 検証にあたり、現在の回線設計手法（電波法関係審査基準）に基づいた18GHz帯FWAの回線設計を行い、降雨減衰のマーヅンを考慮した伝送距離対回線瞬断率を図4-2-28に示す。

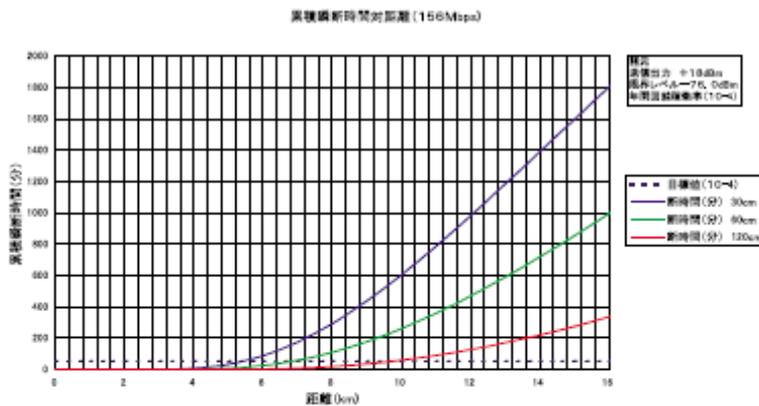


図4-2-28 伝送距離対年間不稼働率（机上計算）グラフ

- ※ 本グラフの計算は、以下の諸元に基づいて計算している。
- ・降雨強度：1.14mm/分（0.0075%値1分間降雨量）；深川
  - ・受信限界値：-76dBm（誤り率 $10^{-4}$ 以上）
  - ・アンテナ利得： 33dBi（30cmΦ）  
37dBi（60cmΦ）  
44dBi（120cm）
  - ・空間損失：自由空間損失+降雨マーヅン

(2) 深川生きがい文化センター～沼田町ライスファクトリーの場合、伝送距離が約14.2kmであることから、図4-2-28より1年間の累積瞬断時間は約320分となり、回線稼働率は1-320分（365日×24時間×60分）＝約99.94%となる。

本実証実験期間内での回線断は記録されておらず、上記、計算値よりも良い値だと言える。ただし、本実証試験は、比較的、降雨量が少ない期間にしたものであり、降雨降雪量と受信レベルの評価は、年間通じての評価が望ましいと考える。

降雨降雪量と受信レベル変動

今回、14km の伝搬距離で受信レベルの変動は見られたが、回線に対する影響は無かった。

期間中の注目点として、2月 22 日から 25 日の受信レベル変化である。22 日の降雪に対し、受信レベルは、どの回線もさほど影響を受けていないが、25 日の降雪は、22 日ほど降雪がないにも関わらず受信レベルは、低下している。25 日は、雪から雨（あるいはみぞれ）に変化したためと思われ、この結果から、雪よりも雨やみぞれの方が影響を受けやすいことが確認できた。

また、2月 25 日の受信レベルの変動は、18GHz 帯 FWA の構築回線 3 回線とも 10dB～15dB の低下が見られる。

2 時～4 時の同じ時間帯にて比較すると、

- ・ 深川文化センター～沼田ライスファクトリー（14km） 15 d B の劣化
- ・ 沼田ライスファクトリー～多度志小学校（8.4km） 10 d B の劣化
- ・ 多度志小学校～多度志中学校（0.7km） 7 d B の劣化

となっている。

また、周辺雨量は 4 mm/時間（沼田雨量計）が観測していることから、冬季にしてはまとまった雨が降っていることが分かっている。

深川文化センター～沼田ライスファクトリー（14km）及び沼田ライスファクトリー～多度志小学校（8.4km）に対し、多度志小学校～多度志中学校(0.7km)の km あたりの減衰量が相対的に大きくみえる。一般的に雲の大きさは、直径 2 から 3 km であると言われており、この雲に伝搬路がどのくらいかかるかによって減衰量が決定される。そのため減衰量は、距離の長短にそれほど影響されず、むしろ断時間に影響されることになる。

ちなみに計算上では、1 分間降雨量から km あたりの減衰量を計算し、距離と“降雨が一定ではない為の補正係数”を乗じることにより伝搬区間の降雨減衰量を計算している。

北海道総合通信局 平成 17 年 1 月

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検討

(P27)

3 月以前の期間においては、降雨量が多く測定されても、受信レベルは大きく低下していない。これは、降雨量のほとんどは降雪によるものであることが原因である。降雨に比べ、降雪による受信レベルへの影響は少ないと言える。

一方、4 月以降の期間を見ると、降雪よりも降雨が多くなるために、降雨量と受信レベ

ル低下度合の相関が強くなり、降雨量が多くなると受信レベルの低下も大きくなる傾向が見られた。(多度志地区において、降雨量と受信レベルの相関が無いように見えるが、これは沼田町の降雨量データを参考にしたためである。実際には距離が離れているため、相関が弱いと考えられる。)

四国総合通信局 平成 17 年 3 月  
中山間地域におけるワイヤレスブロードバンドに関する検討  
(P97)

グラフに見られるように期間中レベル変動はほとんどなく安定している。この間毎日天気は晴れており降雨はなかったが、内子町では冬の期間晴れるほど朝方深い霧が発生する。この期間も両日ともに深い霧の発生があった(目視ではからりー展望台ー町役場間がまったく見通せない状態。視界およそ 1ー200m 程度)が、このグラフを見る限りレベルにはまったく影響がなかった(通信状態にも変化はない)。18GHz 帯は波長で 1cm 程度あり、非常に粒子の細かい霧の影響はほとんど受けないことが考えられる。

九州総合通信局 平成 16 年 3 月  
近接離島のブロードバンド・アクセス推進のための実証実験に関する調査研究  
(P35、59、資料 5 P26)

第二ステップでの実証実験期間中(平成 16 年 2 月)の唐津市の天候を表 2ー12 に示す。

実証実験期間のまとまった降雨を観測したのは 2 月 22 日のみで、他は、18GHz 帯無線回線に影響を与えるような降雨は観測されなかった。良好な無線回線状態であった。

2 月 22 日の雨も最大 11 mm/h であったが、受信電界の約 10 dB 程度の低下であり、回線運用上問題は無く、良好な状態であった。

表 2-12 唐津市 (枝去木アメダス) の 2004 年 2 月度 気象データ

枝去木 (佐賀県) 緯度: 北緯33度29.9分/経度: 東経129度53.9分  
2004年02月の気象

日	降水量	最大1時間	平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最大風速 の風向	日照時間 の時間
	mm	降水量							
1日	0	0	7.9	12	2.6	0.8	0	静穏	0.1
2日	0	0	6.3	10.9	2.9	2.9	2.9	静穏	0.0
3日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
4日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
5日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
6日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
7日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
8日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
9日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
10日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
11日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
12日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
13日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
14日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
15日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
16日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
17日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
18日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
19日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
20日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
21日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
22日	1	1	7.4	12.1	0.4	1.0	1.0	静穏	0.0
23日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
24日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
25日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
26日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
27日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
28日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
29日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0
30日	0	0	7.0	12.0	2.0	2.0	2.0	静穏	0.0

気象庁ホームページより抜粋

降雨時の受信電界強度の低下の測定結果を図 2-37 に示す。枝去木にあるアメダスの観測値は、1 時間降水量として 1.1 mm/h を観測している。

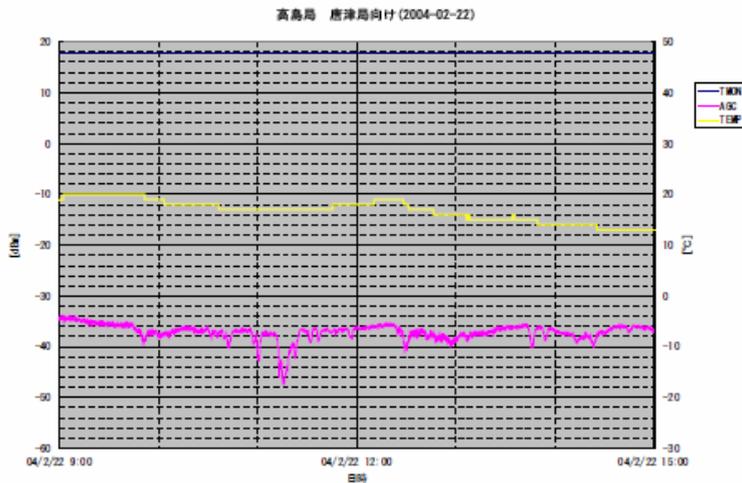


図 2-37 2月22日 降雨時の受信電界強度の測定結果

18GHz の海面反射による受信電界強度の変動 (P59)  
強風による接合不良による瞬断、気温低下によるスループット低下 (P59)

今回の実験を行った結果、机上検討では把握できなかった以下の事象が確認できた。

	実証実験によって確認されたこと及びその対応策等
<p>2.4GHz 帯 小電力データ通信システム</p>	<p>1 動画配信におけるマルチキャスト通信について</p> <p>本土－離島間及び島内において無線回線の多段接続では理論上、同時再生端末台数無制限のマルチキャスト通信を実現する予定であったが、本土－離島間における伝送遅延が予想以上に大きいこと及び、無線機器が再生端末台数分のマルチキャスト通信用の制御情報を付加することによって、同時再生端末台数に大きな制約が生じることが判明した。</p> <p><b>【対策】</b></p> <p>本土・近接離島間においては、ユニキャスト通信で動画を配信し、離島内でデコードの上、一旦 NTSC 映像信号を復元する。その信号を再エンコードし、マルチキャスト通信で配信するなどの工夫をする必要がある。また、離島内では、同時再生端末台数の制約を無くすために、このマルチキャスト通信の動画配信システムを有線 LAN で構築すること等の工夫が必要である。</p> <p>2 近接アンテナにおける相互干渉について</p> <p>相互干渉が回避できるアンテナ間隔について、指向性ロングアンテナタイプを複数台導入する場合、社団法人電波産業会（ARIB）標準規格番号 STD-T66 の規定では 40m 以上の距離を離して設置する必要があるとされているが、帯域が重複しないチャンネル同士で、かつ、アンテナ間隔が 6 m 以上離れていれば、近接アンテナであってもほとんど影響を与えないことを確認した。</p>
<p>18GHz 帯 公共業務用無線アクセスシステム</p>	<p>唐津市民会館～高島中学校（距離 3.5km）回線では短距離であるが、アンテナ口径が小さいこともあり、陸上伝搬では観測されない海面反射特有の影響と考えられる受信電界強度の変動（約 6 dB 程度）を観測した。</p> <p><b>【対策】</b></p> <p>長距離海上伝搬の場合、反射波の入射角が小さくなるため、口径が大きいアンテナを使用しても海面反射波の影響を受けやすい。今回の実験では離島側の高島中学校屋上設置のアンテナ地上高が 7メートルと低いこと及び本土側唐津市民会館屋上のアンテナ角が下向きとなるため海面反射波の影響をより受けやすい環境であったと考えられる。（唐津市民会館屋上のアンテナ地上高は 26m）</p> <p>反射波の影響を回避するため、できる限りアンテナ地上高を高くすること及びアンテナ地上高を調整し、ハイトパターンのピークに設置するなどの方策が考えられる。</p>

60GHz 帯 高速無線通 信アクセス システム	<p>1 突風時に、本体とアンテナ部の接合強度不足により、アンテナ部が揺れることに起因すると考えられる瞬断を確認した。</p> <p>2 気温低下等の環境変化によると考えられるスループットの低下を確認した。</p> <p><b>【対策】</b></p> <p>今回の実験で使用した無線装置が、ミリ波帯通信の基本技術であるNRD ガイド技術の検証用試作機であり、アンテナ接合部の強度や耐環境性が実環境に対して十分でないことに起因している。今後、筐体の構造見直しを含め、環境変化による性能や長期安定性を検証する必要がある。</p>
-----------------------------------	---

### 18GHz 帯公共業務用無線アクセスシステムの降雨量と伝送距離の考察

ITU-R Rep.721-2 の Fig-2 により、1 時間降雨量と 1 km 当たりの減衰量を求めたものを資料 1 に添付する。ここで垂直偏波（V）と水平偏波とで特性が異なるのは、雨粒の形状が引力の影響により球形でないことに起因するものであり、資料 1 のグラフより、水平偏波（H）の方が、雨より受ける影響が大きいことがわかる。

このグラフより降雨量における最大伝送距離を算出したものを資料 2 に示す。今回実験に使用した 18GHz 帯公共業務用無線アクセス装置は、受信電力のマージンが 28.5 dB（干渉及び、NF マージンを考慮して）確保されている。

降雨により、この回線マージン 28.5 dB より大きな伝搬損失が発生した場合に伝送不能となる。

例えば、1 時間降雨量 10mm/h の場合には 1 km 当りの減衰量が水平偏波で 0.85dB/km であるので、減衰量が 28.5dB となる距離は  $28.5\text{dB} / 0.85\text{dB/km} = 33.5\text{km}$  となる。

ここで 1 時間降雨量という値について考察しておく。降雨は、1 時間にわたり平均的な降雨量で均一に継続することは稀であり、20 分～30 分に集中して降り、他の時間帯は降雨量が少なくなるか、降り止むと考えられる。したがって、集中して降る時間帯は 1 時間降雨量値の 2 倍から 3 倍程度の雨量と考えられる。この考察では、3 倍と考察する。

資料 2 により 1 時間降雨量 10mm/h の場合には、最大伝送距離は 33.5 km であったが、雨が集中して降ることを考慮して 3 倍のマージンを考慮すると、1 時間降雨量 3.3mm/h の場合に 33.5km と考えるのが適当である。

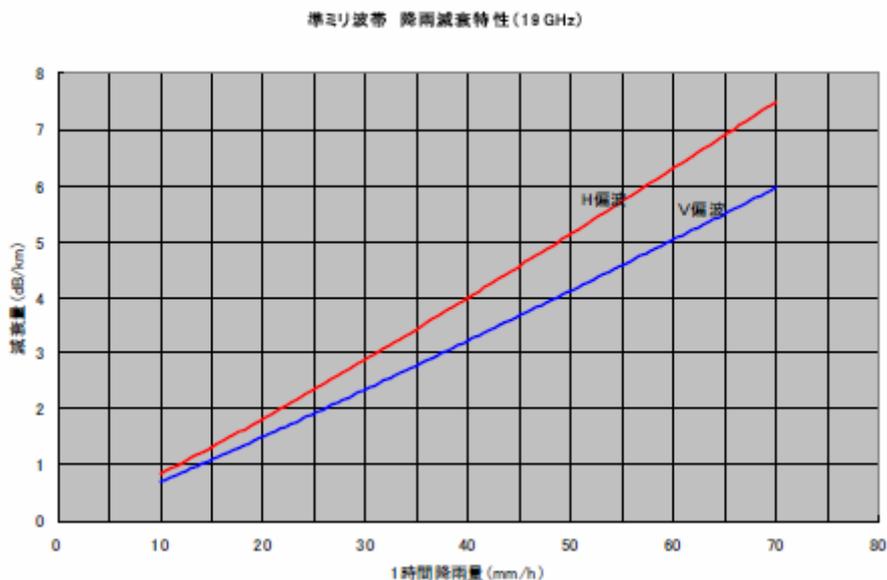
資料 3 に 3 倍のマージンを考慮した場合、すなわち集中降雨を考慮した 1 時間降雨量と最大伝送距離の関係を示す。

このグラフより馬渡島～波戸岬（8.2km）では約 12mm/h の降雨にて、加唐島～波戸（4.2km）では約 22.2 mm/h を超える降雨にて回線断となることがわかる。

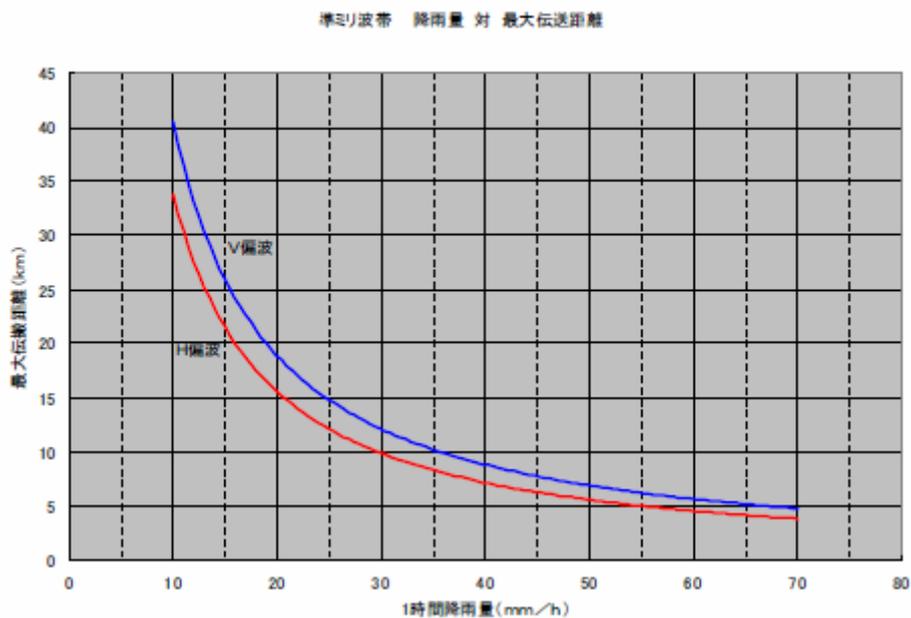
具体的に、資料4に示した2003年の唐津市（枝去木）での最大1時間降雨量の分布を示す。

馬渡島～波戸岬（8.2km）では4月～8月にかけて18回の回線断が発生し、加唐島～波戸（4.2km）では7月～8月にかけて6回の回線断が発生したと推定できる。

資料1

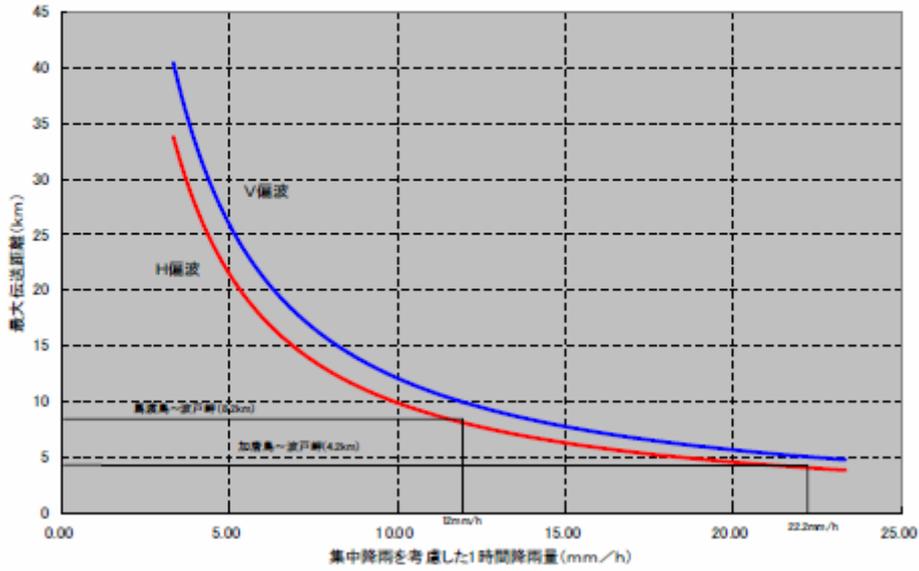


資料2



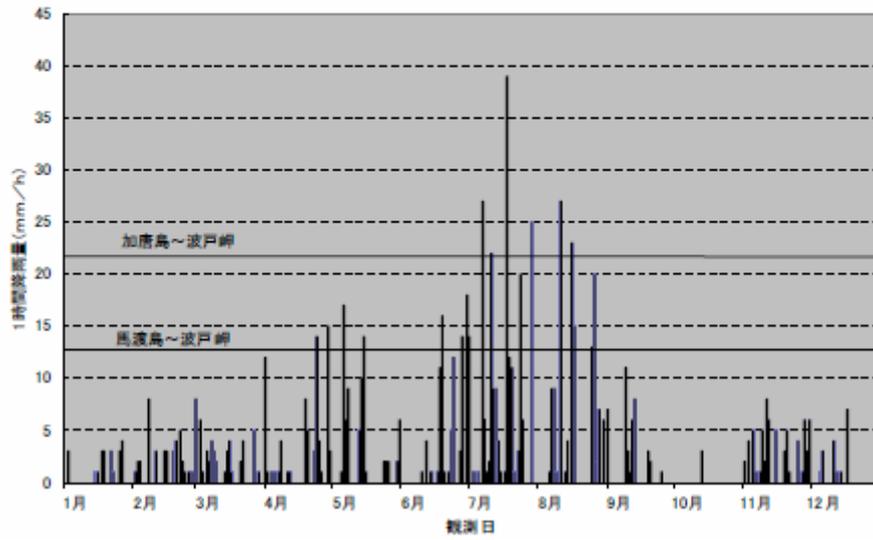
資料3

津ミリ波帯 降雨量対最大伝送距離  
1時間降雨量が集中降雨(3倍)となる場合



資料4

2003年 唐津市最大1時間降雨量分布  
(枝去木アメダス)



沖縄総合通信事務所 平成 16 年 3 月

南北大東地区における準ミリ波帯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

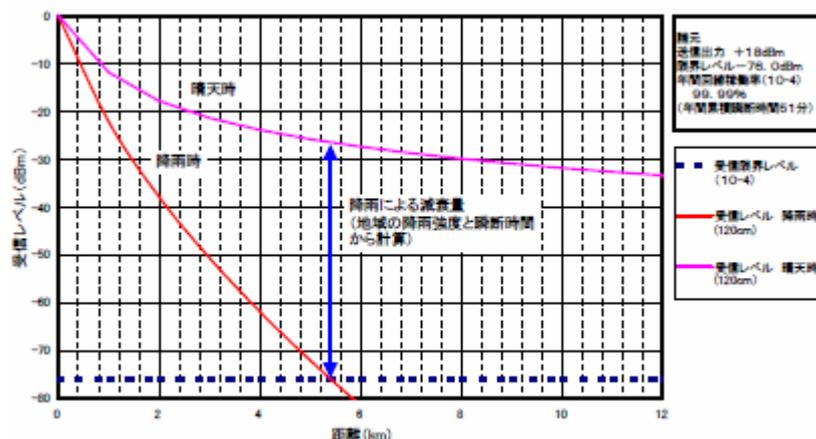
(P11~12)

伝送距離対年間不稼働率

検証にあたり、現在の回線設計手法（電波法関係審査基準）に基づいた 18GHz 帯 FWA の回線設計について述べる。

18GHz 帯は降雨により電波が減衰するため、回線設計では降雨による減衰量を見込んで到達距離を決定する。このときに使用する降雨マージンは、各地域の降雨強度（0.0075% 値 1 分間降雨量）と、回線信頼度（年間の回線瞬断時間率）によって計算される。

計算例を図 2.1.4 に示す。



降雨強度 : 2.0 mm/分 (0.0075% 値 1 分間降雨量) と仮定

受信限界値 : -76 dBm (誤り率 $10^{-4}$ 以上)

アンテナ利得 : 44 dBi (120cφ)

空間損失 : 自由空間損失及び降雨マージン (降雨による減衰量)

図 2.1.4 伝送距離対年間不稼働率 (机上計算) グラフ

このグラフから、降雨マージンを逆算して累積瞬断時間を求め、グラフ化したものを図 2.1.5 に示す。

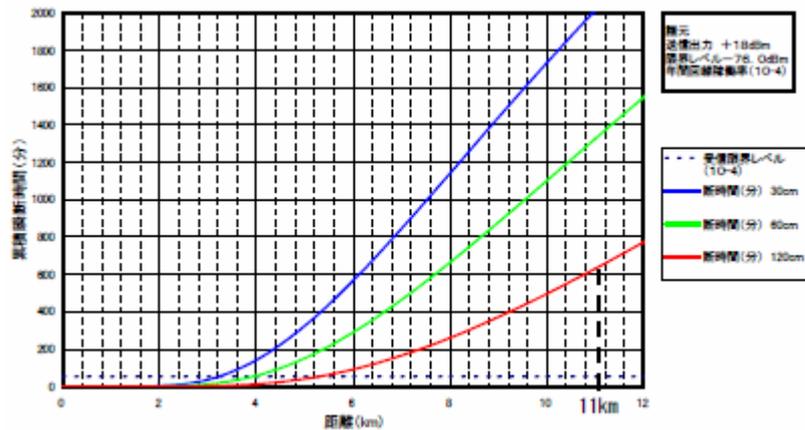


図2.1.5 伝送距離対年間不稼働率（机上計算）グラフ

本試験回線の稼働率は、伝送距離が約11kmである事から、図2.1.5より1年間の累積瞬断時間が約630分となり、回線稼働率については、 $1 - 630分 / (365日 \times 24時間 \times 60分) = 約99.88\%$ となる。

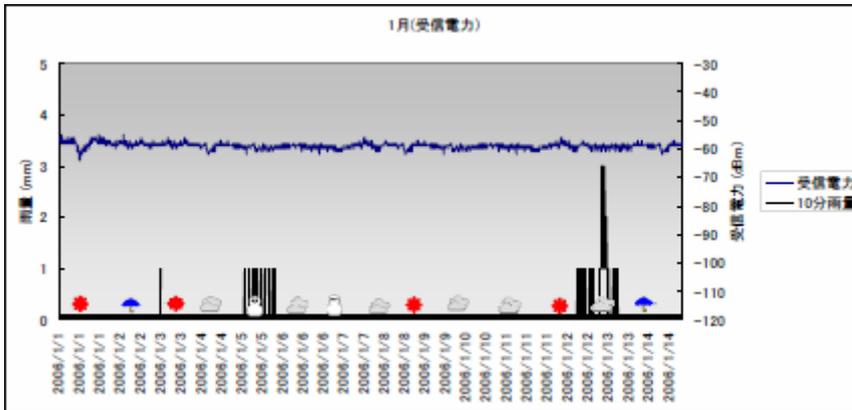
中国総合通信局 平成18年3月  
 中山間地域におけるワイヤレスブロードバンド環境構築の在り方に関する調査検討  
 (P4~24)

2005年12月26日～2006年2月25日までの長期伝送特性の確認を行った。測定項目は以下の通りで、グラフは2週間の間隔で区切っている。

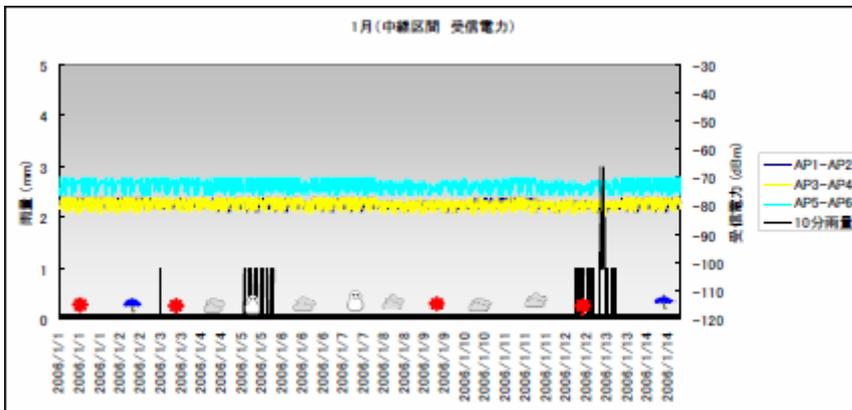
- ・ 各中継区間の受信電力
- ・ 第4基地局エリアの専用サービス用加入者局から第1基地局のネットワークコントローラに接続されている測定用サーバ間でのftpによるスループット
- ・ 第4基地局と専用サービス用加入者局の下り受信電力

※下記グラフ以外の期間は、本章の最後に参考データとして添付する。

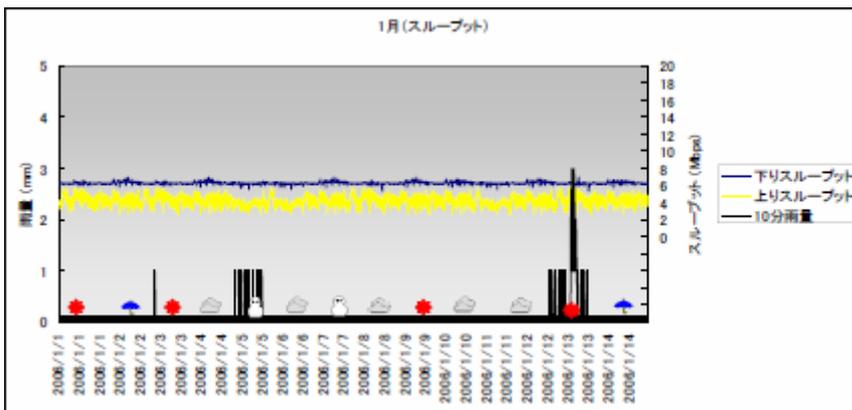
【専用サービス用加入者局の下り受信電力と雨量の関係】



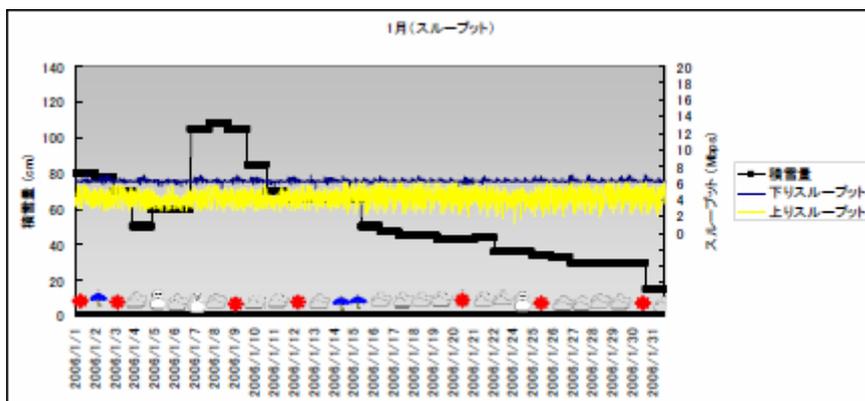
【各基地局間の受信電力と雨量の関係】



【専用サービス用加入者局のスループットと雨量の関係】



【専用サービス用加入者局のスループットと積雪の関係】



上記グラフより約2ヶ月間データを取得し様々な自然環境下（雨、雪、霧など）においても通信には影響ないことを確認した。

関東総合通信局 平成16年3月

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ーに関する調査研究会

(P49、54)

試験期間中における降雨量と5GHz帯FWAの受信レベルの変化を、以下の図4.2.26に示す。

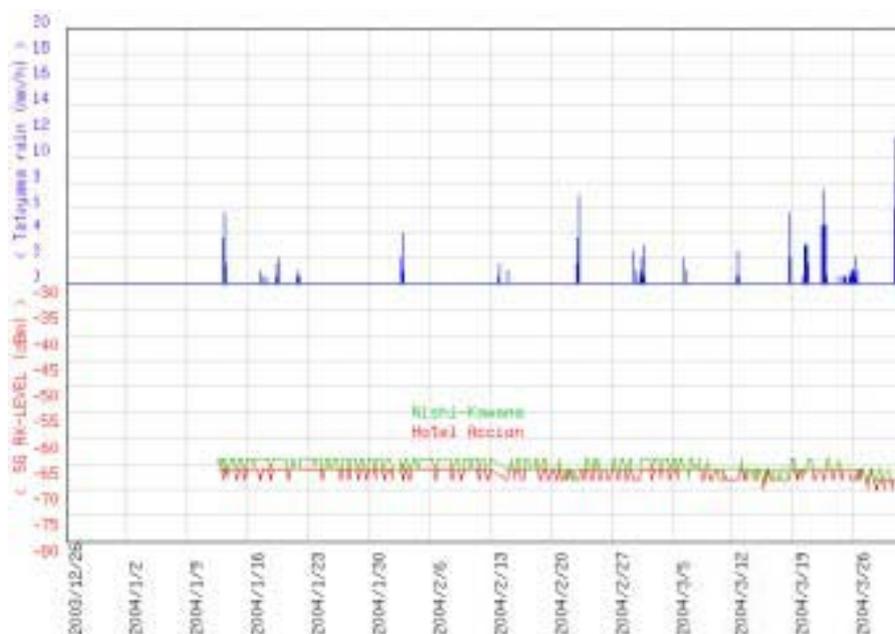


図 4.2.26 5GHz 帯 FWA 時間経過グラフ  
(平砂浦地区 降雨量/受信レベル)  
測定期間 2004 年 1 月 12 日～2004 年 3 月 31 日

上記のグラフより、5GHz 帯 FWA の受信レベルは、降雨量に関わらずほぼ一定であることがわかる。よって 5GHz 帯 FWA については、降雨の影響は一切ないといえる。

18GHz は降雨 11mm で-68dBm まで低下 (P54)

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する。

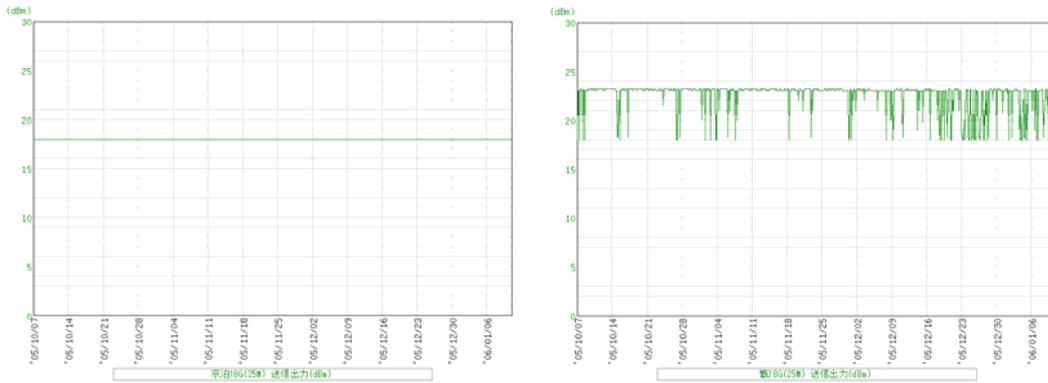
ただし、実験期間 (2003 年 12 月 26 日～2004 年 3 月 31 日) は比較的雨の少ない時期だと考えられるため、回線の評価に関しては一年を通して測定を実施した後にすることが望ましい。

総務省 平成 18 年 3 月  
離島のブロードバンド化促進に関する調査研究報告書  
(P48, 54)

ここで、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。

図 4.18 に、18GHz 帯 FWA (26Mbps) についての送信出力グラフを示す。



京泊受信

甑島受信

図 4.18 1.8GHz帯FWA (2.6Mbps) 送信出力グラフ (実験期間全体)

甑島側の送信出力が増減している様子が見える。合わせて前述した図 4.14 のBERを確認してみると、京泊側のBER特性が甑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。

①で降雨時と降雨時以外のエラー状況を、②でスペースダイバシティ環境を想定した場合のエラー状況を整理した。

そこで本項では、MAIN側とSUB側の同時エラーを取ることでスペースダイバシティ環境を想定し、降雨の有無によってエラーの抽出を行った (図 5.6～図 5.7)。

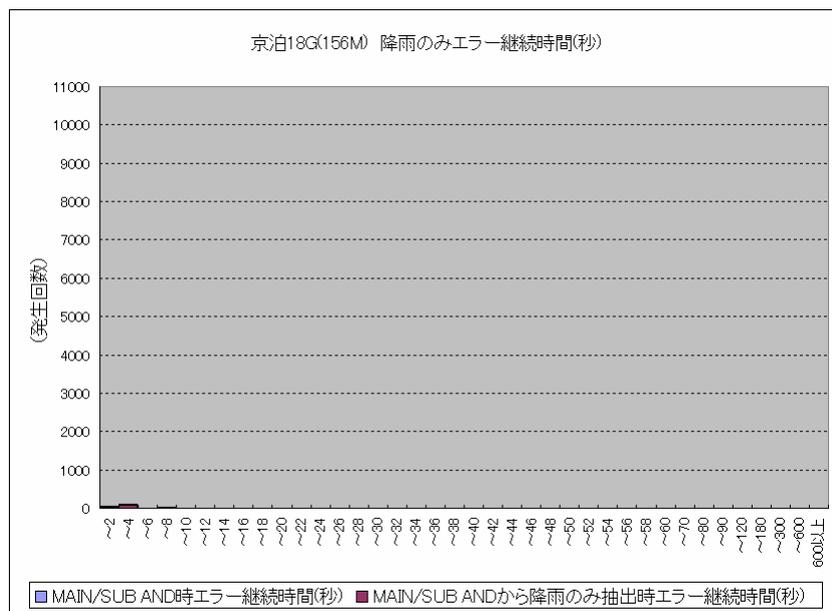


図 5.6 連続エラー継続時間  
(スペースダイバシティ環境での降雨によるエラー、全体表示)

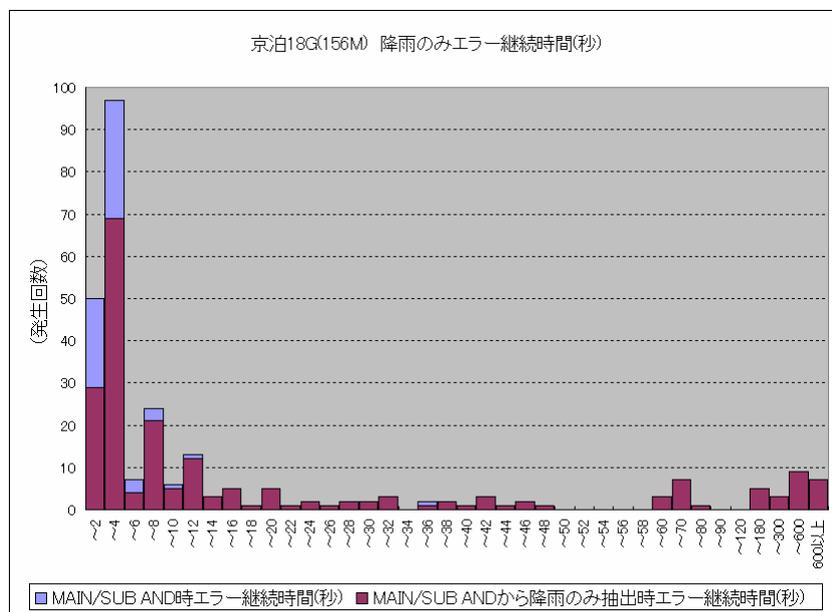


図 5.7 連続エラー継続時間  
(スペースダイバシティ環境での降雨によるエラー、詳細表示)

上記グラフより、スペースダイバシティを想定した場合のエラーは、大部分が降雨によるものであり、特に長時間継続するエラーは降雨により発生していることが確認できる。

よって、スペースダイバシティ環境で発生するエラーは、降雨減衰によるものが支配的であると言える。

東海総合通信局 平成 17 年 3 月  
飛騨地域における情報化推進に関する調査研究報告書  
(P53)

(2) 試験結果

測定期間における、18GHz 帯 FWA の受信レベル対降雨降雪量の時間経過グラフを図 5-4 に示す。

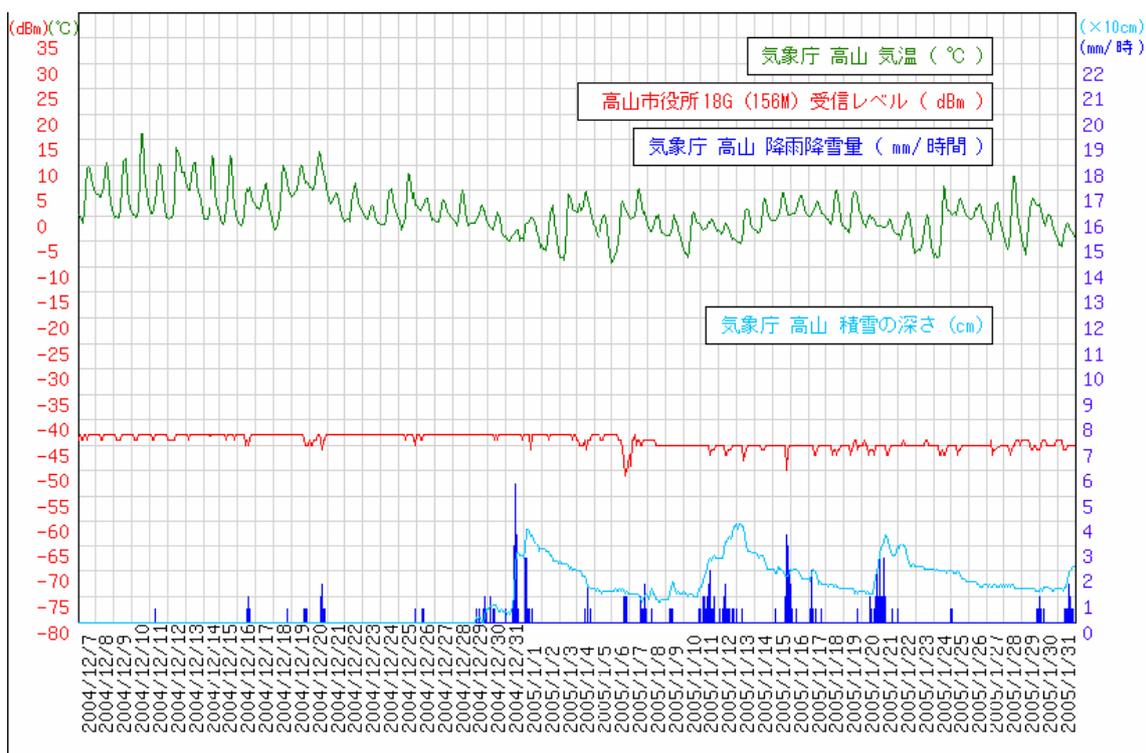


図5-4 18GHz帯FWA 時間経過グラフ（降雨降雪量／受信レベル）

高山市役所（旧KDDI鉄塔向け156Mbpsタイプ）

測定期間：平成16年12月7日～平成17年1月31日

（気象データについては、気象庁電子閲覧室を参照した。本報告書において降雨降雪量は、降水量を表している。）

#### ア 降雪の影響

実証試験期間中、たびたび降雪（平成16年12月31日に試験期間中最大の降雪：10分間最大降雪量1.5mm（気象庁高山データ））があったが、測定結果で確認できるように、受信レベルの低下はほとんどなく回線断は発生しなかった。なお、アンテナ上部への積雪は確認されたが、アンテナ表面への雪の付着や凍結は確認されず、受信レベルへの影響は見られなかった。

#### イ 降雨の影響

平成17年1月6日に降雨があり、受信レベルの低下が確認されたが回線断は発生しなかった。

### (3) 実証実験のまとめ

ア 降雪の影響については、今試験期中における降雪状況が高山の過去の最大降雪状況（過去5年間の10分間の最大降雪量(気象庁高山データ)）とほぼ同じであることから、降雪に対する影響は軽微であると考えられる。

イ 降雨の影響については、今試験期間中にも、受信レベルの低下がみられており、そ

の影響を考慮する必要がある。

総務省の18GHz帯無線アクセスシステムに関する審査基準に基づき、過去の高山地域の降雨特性を考慮した年間稼働率99.99パーセントを満たす伝送距離を求めると、9km（パラボラアンテナ口径60cmφ）、12km（同120cmφ）となる。

また、他地域でのフィールド試験の結果より、上記規格での計算値は、実測値と比較して良好であるとの結果が得られている。

ウ 降雪の影響は軽微であり、降雨の影響を考慮すると、年間99.99パーセントの稼働率で、9～12kmの距離伝送することができると考えられる。

## 2.5 地形関係

無線アクセスシステムに対する地形関係の影響に関する事例を中心に収集した。

北海道総合通信局 平成16年4月

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

(P11～12)

利用形態において光ファイバより18GHz帯無線システムが有効な場合について以下に4点ほど例示する。

### 1 河川等を横断する場合

18GHz帯無線システム	光ファイバ
河川横断でも見通しが確保できれば問題なし。	橋等まで迂回が必要であり、敷設距離が延び、高額な工事費が必要になる。

### 2 鉄道を横断する場合

18GHz帯無線システム	光ファイバ
鉄道横断でも見通しが確保できれば問題なし。	踏切等まで迂回が必要であり、横断する場合高さも必要となり工事費が高額。

### 3 離島の場合

18GHz帯無線システム	光ファイバ
--------------	-------

海上でも見通しが確保できれば問題なし。	海底ケーブル等工事費用が膨大
---------------------	----------------

#### 4 災害現場等の臨時回線の場合

18GHz 帯無線システム	光ファイバ
見通し上にアンテナを設置（仮設）できれば問題なし。	ケーブル等の敷設に時間と費用がかかり、緊急災害時には間に合わない。

北海道総合通信局 平成 17 年 1 月

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検討

(P69)

18GHz 帯無線システムに対する水田反射の伝播への影響は、確認できなかった。

総務省 平成 18 年 3 月

離島のブロードバンド化促進に関する調査研究報告書

(P40, 61, 63, 65, 77)

この実験における 18GHz 帯 FWA (26Mbps) 回線は、長距離海上传播 (26.63km) のため、無線装置の受信レベルが降雨が記録されていない状況でも大きく変動している。また、受信レベルが受信限界レベルまで落ち込んでいないにもかかわらず、エラーが発生した。これは海上反射によるマルチパスフェージングの影響を強く受けているためと考えられる。

この実験では、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なく、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。

海面が風の状態で、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の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。

風速が強い状況下においては、受信レベルの低下頻度が少なくなる傾向にあることがわかる。また一定以上風速が強くなるとBERが見られなくなることが確認できる。

ただし、風速が強い状況でのプロットデータが少ないため、風速に関して詳細を検証するためにはより長期の測定が必要と考えられる。

アンテナ海拔を上げる、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、海拔高 15m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。

本実験における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。

### 岡山市（御津町） 事例集

ケーブルの鉄道横断

### 岡山県瀬戸町 事例集

光ファイバ敷設する際、JR 横断、高速道路横断、河川横断を行った

## 2. 6 その他技術等

これまで整理した技術以外の技術等に関する事例を中心に収集した。

九州総合通信局 平成 15 年 3 月  
 近接離島のブロードバンド・アクセス推進に関する調査研究  
 (P44)

- ・ 光無線 LAN



概要	光無線 LAN とは、電波の代わりに光（主に赤外線）を用いる無線通信技術
伝送距離	最大 4 k m（～20Mbps 迄）
伝送速度	最大 1.25Gbps（～ 1 km 迄）
規格	IEEE802.3（Ethernet）／IEEE802.3u（Fast Ethernet）
メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 直進性に優れた赤外線を使用する為、ある一点だけに情報を伝送可能 ⇒ 秘匿性に優れる</li> <li>・ 無線 LAN（2.4GHz 帯、5 GHz 帯）と比べ高速データ通信が可能</li> <li>・ 無線局免許等の取得が不要</li> <li>・ 電磁波と干渉しない</li> </ul>
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 赤外線のため空気中の水分の影響を受けやすく、雨や霧・雪などの場合、光量が減衰する ⇒ 海上伝搬には不向き</li> <li>・ 直進性が強い為、障害物の影などには伝送出来ない</li> <li>・ 無線 LAN（2.4GHz 帯）と比べ最大伝送距離が短い</li> </ul>

以上の特長により、光無線 LAN には様々な長所があるものの、空気中の水分による影響を受けやすいという点から、海上伝搬には不向きであるので、近接離島のブロードバンド・アクセス回線用には不適と判断する。

四国総合通信局 平成 17 年 3 月  
 中山間地域におけるワイヤレスブロードバンドに関する検討  
 (P53～55)

山上での中継を行うには電源の確保が困難になることが多いと想定され、商用電源の確保ができない場合には独立電源が必要となる。独立電源として太陽電池の利用に関して検討を行った。

太陽電池を利用した電源システムについて基本特性が確認され、設置条件に適合したパラメータ（日照条件、気温、保守サイクル）を決定すれば実用は可能と考えられる。だが、中継局においては少なくとも2台の無線機を運用することになるので、さらに大容量が必要となる。今後実用化するにあたっては、以下のような課題を解決、考慮して行く必要がある。

#### ア 太陽電池の高出力化

中継局の設置される場所を考慮すると、できるだけ小型にするのが望ましく、発電効率の向上に伴う小型で高出力の太陽電池が期待される。

#### イ 無線機の低消費電力化

ブロードバンド無線機はデジタル変調方式を利用しており、増幅器出入力特性の直線性が要求されるため、最終段の電力効率が低い。歪補正技術等の適用により効率を上げ、消費電力の低減が求められる。

#### ウ バッテリーの改善

鉛蓄電池は他の二次電池に対して安価であるが重量あたりの電力容量が小さい。これは中継局の設置にあたって多大な重量の運搬が必要なことを意味し、設置場所を考慮すると重量あたりの電力容量アップが望ましい。現在他分野で進んでいる二次電池改良成果を取り入れたい。

### 背面パラボラ空中線

山の尾根の裏側であるが、尾根からはさほど遠くない場所に集落がある場合など、直接の無線接続は難しく中継が必要となるが、中継点からの距離が近い場合には必ずしも無線を世知した中継設備を必要とせず、中継点で受信した電波を検波、増幅することなく方向を変え再放射することによって中継することが可能である。無給電中継と呼ばれるものでアンテナを背中合わせにするもの（背面パラボラ）、反射板を用いるものなどがある。中継距離に制約があるものの電源を必要としないため、電源の制約が多い中山間地域では有用な手段である。このため、工場敷地内において18GHz帯無線機を使用して背面パラボラ評価実験を行った。

測定値は各パラメータから計算した値とあまり偏差なく対応している。距離の遠い側で大きめになる傾向が見られるが、これは遠距離になると対向するアンテナと地面あるうい

はその他近傍の物体のなす角度が小さくなり、直接到達する電波以外に地面あるいは近傍物体からの反射が混入している可能性がある。アンテナの中間地点に電波吸収体を置き対策だが、完全には取れていないようである。この影響があるとしても偏差は小さく、回線設計に本構成を取り入れることは問題ないと判断される。

無線機、中継アンテナ全てに 60cm パラボラアンテナを用いたモデルケースで試算を行ったところ、尾根の背後にある集落を想定し、中継点まで 2 km、中継点より受信点まで 200 m として -62dBm の受信レベルとなる。無線機のスループット低下が生じ始める受信レベルより 10dB 以上高く、マージンが十分あるため、実用範囲であると認められる。

関東総合通信局 平成 16 年 3 月

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ーに関する調査研究会

(P103~109)

(1) ラスト・ワンマイル回線におけるセキュリティーの確保

ラスト・ワンマイル回線構築の際の、セキュリティー確保の方法について考察する。

① 固定用途

固定用途での回線使用を想定する場合、ホットスポット的な公衆エリア用途とは異なり、加入者側はあらかじめ登録をしたのち、運用を開始することになる。そのため、あらかじめ VPN を用いたトンネリング技術を用いることにより、強固なセキュリティーを確保できる。今回の実証実験では、IPsec を用いて無線区間を暗号化したネットワークを構築した。セキュリティーを含めたプロトタイプ案（固定用途）を以下の図 6.1.2 に示す。

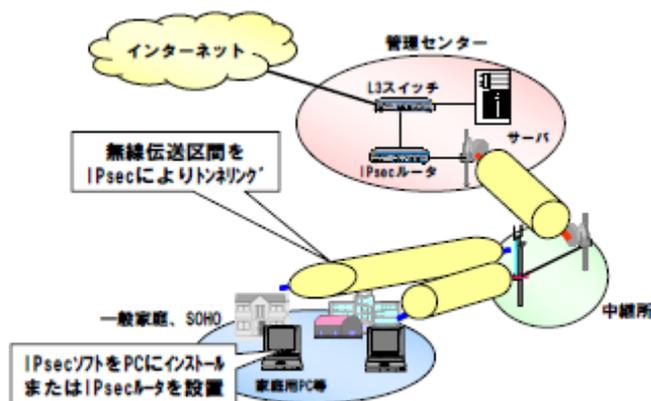


図 6.1.2 固定用途プロトタイプ案

IPsec を行う場合、管理センター側に IPsec ルータを設置し、サービス対象となる一般家庭等にも同様の IPsec ルータか、もしくは IPsec ルータとのトンネリングを可能とする IPsec クライアントソフトを使用することになる。

固定用途は接続するユーザがあらかじめ決まっているため、接続に要する設定については導入当初に実施すれば、その後、変更することは少ないと考えられる。ただし、最近では家庭内においても LAN を構成することが多くなっている。クライアント PC に暗号化方式を実装する方法は、ユーザ側に若干の技術レベルを要求すると同時に、クライアントソフトの配布方法や、クライアントソフトの OS の制限といった問題を伴う。

IPsec ルータを用いれば、LAN 内のクライアント PC には設定が不要なので自由度が高い。従って、IPsec ルータを用いる方式が、より望ましいと考える。いわゆるブロードバンドルータに IPsec 等の VPN 機能を加えた、安価な VPN ルータの登場が望まれる。

以上の方式で無線区間のセキュリティは確保できるが、端末自体の第三者使用について考慮しなければならない場合、別途、認証システムの導入が必要である。

## ② 公衆エリア用途

例えばホテルの宿泊客のような一般ユーザ向けのサービス提供を行う場合には、利便性を考慮する必要がある。つまり、固定利用のように、端末ごとに IEEE 802.1X/EAP-TLS で用いられる電子証明書をインストールしたり、VPN 用のクライアントソフトをインストールしたりすることはできない。

公衆エリア用途では「どの範囲までサービスを提供するか」によって、求められるセキュリティレベルが変わってくる。一般的にセキュリティレベルと利便性はトレードオフの関係となるので、サービス提供範囲に応じたセキュリティ対策が必要である。

公衆エリアにおけるユーザの範囲は、「全くの不特定多数」を対象にする場合と、「ある程度限定可能」を対称とする場合に区別される。前者については、本調査研究会の考慮対象外であることを想定した。後者における限定サービスとは、例えばホテルが提供するサービスは宿泊者のみが受けられるという場合や、学校、企業等において無線 LAN サービスを受けられるのは許可されたユーザのみであるといった場合である。

公衆エリアにおける限定的なホットスポット的用途の場合、「セキュリティは無線 LAN 機器が持つ WEP や SSID で確保する」、加えて「ユーザ認証を行う」という形態が現実的な運用方法と考える。今回の実証試験では、ホテル内等に設置されたアクセスポイントまでの区間を固定用途と同様に VPN (IPsec) でセキュリティを確保し、そこから先のアクセスポイント～ユーザ PC 間は、ユーザ認証と WEP 暗号化を組み合わせる方法とした。

実証試験で用いたユーザ認証の方法は以下の通りである。

- IEEE802.1X による RADIUS 認証方式
- ユーザ ID とパスワードによるユーザ認証ゲートウェイ方式

上記の 2 つの認証方式は、初期設定や運用方法、ID とパスワードの管理方法に大きな違いがあるため、以下に分けて記述する。

さらに、本実証実験では実装していないが、学校、企業等において無線 LAN サービスを提供する VPN アクセスルータを用いた方式についても提案を行った。

#### ア RADIUS 認証方式

RADIUS 認証方式は、サーバ/クライアントの双方で電子証明書を用いて認証を行う方式である。この方式を用いたプロトタイプ案を以下の図 6.1.3 に示す。

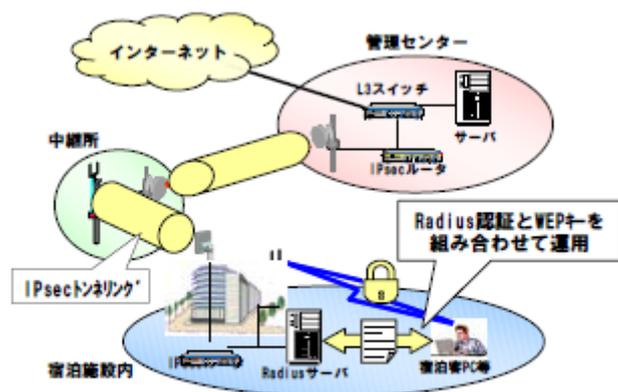


図 6.1.3 ホットスポット用途プロトタイプ案  
(RADIUS 認証)

先にも述べたように RADIUS 認証は強力な認証方式だが、初期設定として RADIUS サーバを構築し、全てのクライアント PC に電子証明書 (CA : Certificate Authority) をインストールしなければならない。この方式では、クライアント PC を事前に LAN に接続するなどして RADIUS サーバから CA を取得し、これをクライアント PC にインストールしておく必要がある。クライアントごとに証明書の発行・管理が必要となるので、初期設定・運用管理という面を考えると、非常に運用コストの高い方式であるといえる。

以上の特徴から見ると、RADIUS 認証方式は、一般ユーザの持ち込み PC に対してサービスを提供する形ではなく、施設保有の PC に設定を施し、それを貸し出すといったサービスを展開する際に有効な方式である。

#### イ ユーザ認証ゲートウェイ方式

ユーザ認証ゲートウェイ方式とは、ID とパスワードによりユーザ認証を行う認証方式である。ユーザ認証ゲートウェイによりパケットフィルタリングを行い、ID/パスワードにより認証されたユーザの packets 通信のみを許可する仕組みである。外部への Web アクセスが発生すると、パケットをフックし、ユーザ認証ゲートウェイ装置のユーザ認証画面を表示する機能を持つ。

無線 AP への接続許可には SSID を使い、通信の暗号化には無線 AP が持つ WEP などの機能を用いる。この方式を用いたプロトタイプ案を以下の図 6.1.4 に示す。

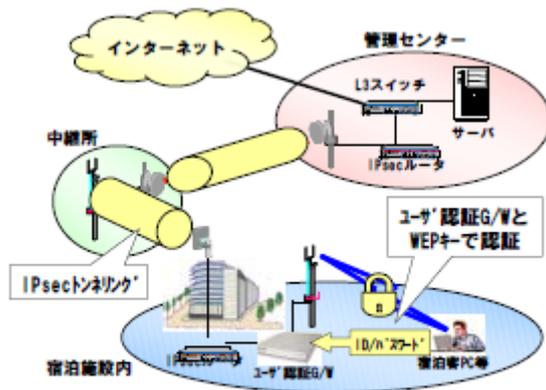


図 6.1.4 ホットスポット用途プロトタイプ案  
(ユーザ認証ゲートウェイ方式)

ユーザ認証ゲートウェイ方式による運用を考える場合、管理側は機器を設置し、ID/パスワードを設定するだけのため、管理としては容易である。Web 画面から機器の設定やユーザ ID 管理を行えるユーザ認証ゲートウェイ装置を選択すれば、特に専門的な知識がなくても運用は可能と考えられる。

ユーザ認証ゲートウェイ装置は、無線 AP の機能とは独立して動作するので、LAN を有線にてサービスする場合にも使用できる。また、無線 AP の機器更新を行って、より強固なセキュリティを実現することも可能である。さらに、ユーザ ID による利用者特定が可能なので、ログ管理機能と組み合わせて使用すれば、課金サービスを展開することもできる。具体的な運用方式としては、次のような運用方式となる。

- あらかじめ一定数のユーザ ID とパスワードの対を登録しておく
- ホテルフロント等でサービス利用希望者にこれを配布
- 無線アクセスを希望する場合には、同時に SSID、WEP キーを配布

RADIUS 認証に比べるとややセキュリティ能力の面で劣る部分はあるが、設定や管理の容易さからユーザ持ち込み PC にも対応することができ、オープンなサービスの提供には適した方式であるといえる。

なお、無線 AP におけるセキュリティ対策には、本論で述べたような基本セキュリティに従った設定を行っておく必要がある。具体的には次のとおりである。

- SSID や WEP キーには、類推しやすいものを使用しない
- WEP キーには、できるだけ 128 ビット (104 ビット) を使用する
- 実装可能であるなら暗号化には TKIP などより強固なものを採用する
- SSID は秘匿するようにし、「ANY」を用いない
- 無線 AP の機能によるが、無線端末間での通信を行えない設定とする
- 電波強度を適切に設定する

### ウ VPN アクセスルータ方式

公衆エリア用途において、本実証実験にて実装した方式については前述した。ここでは、実証実験環境で構築したユーザ認証ゲートウェイ装置を用いた方式よりもやや広範囲な、学校や企業などで構築される無線LANサービスの提供方式についてのプロトタイプ案を示す。形態としては、固定用途の方式を公衆エリア用途に拡大したものである。

ユーザ認証ゲートウェイ装置を用いたプロトタイプでは、その運用規模から SSID や WEP キーをフロント等で配布する方式とした。小規模な運用では WEP キーが外部に漏れるケースは少ないと考えられ、仮に WEP キーが漏れても、ユーザ認証用 ID とパスワードの対を入手しなければ外部ネットワークには接続できない。加えて、無線電波の伝播範囲も限られているので、安全性がある程度担保される。

しかし、同様の方式を、より規模の大きなネットワークに適用した場合、SSID や WEP キーは、利用者マニュアルのような形で配布されることになる。従って、部外者が WEP キーを入手できてしまう可能性が高い。本方式では、WEP キーが入手されると、無線アクセス網内のパケットキャプチャを行えるという問題がある。パケットキャプチャを行って認証パケットを解析できれば、ユーザアカウントの入手は容易である。

これに対応するために、VPN アクセスルータを用いたプロトタイプ案を図 6.1.5 に示す。

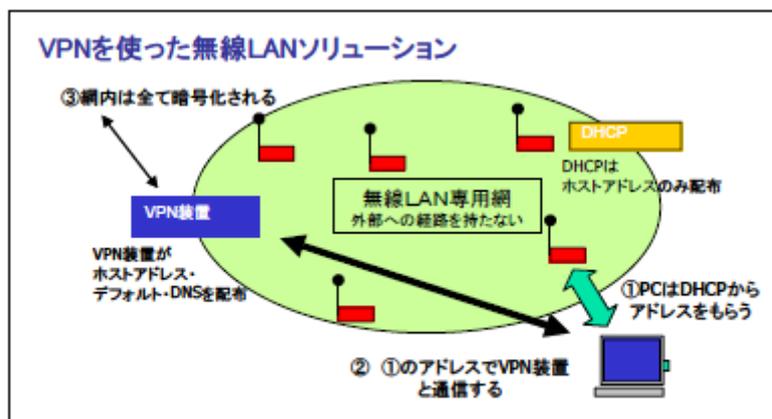


図 6.1.5 ホットスポット用途プロトタイプ案  
(VPN アクセスルータ方式)

本方式では、無線LANの網は他のネットワークからは独立したVLANになっており、外部との通信はすべてVPNアクセスルータ装置経由となっている。網内には無線APの他、DHCPサーバとVPNルータのみが置かれ、他のネットワークへの経路情報は定義しない。DHCPサーバはIPアドレスのみを付与し、デフォルトゲートウェイやDNSを配布しない。このため、仮にSSIDとWEPキーを入手されても、無線LAN専用網内に接続できるだけである。

クライアントのPCは無線APと通信を開始し、リンクが確立した時点でDHCPサーバ

からアドレスを取得する（図 6.1.5 の①）。利用者は学内・社内の情報資源やインターネット上のサービスにアクセスするために、専用クライアントソフトで VPN ルータへの接続を行う（図 6.1.5 の②）。VPN ルータには、IP アドレスや DNS、デフォルトゲートウェイを付与し、以降の通信を暗号化して保護する（図 6.1.5 の③）。

この状態で、既知の WEP キーを使ってパケットキャプチャを行うと、利用者の PC に割り当てられた IP アドレスと VPN ルータのアドレスは分かるが、UDP のパケットであることが分かるだけで、利用しているプロトコルさえ解読できない。暗号化データは入手することができるが復号は困難である。この方法では、無線 LAN 専用網と外部との接続点が 1 点であるため、VPN を利用を確実に利用者へ求めることができる。

このようにして、許可されたユーザに対して比較的安全に無線 LAN 環境を提供することが可能となる。本方式では、固定用途の場合と同様、専用のクライアントソフトの使用を強制する形になるが、ホテルのように不特定多数のユーザ持ち込み PC を対象とするわけではないので、運用は可能と考えられる。

なお、無線 LAN 専用網をタグ VLAN で構成し、VLAN に対応した無線 AP を利用すれば、複数の無線 LAN サービスを提供することも可能である。例えば、厳重に管理された WEP キーにより、業務系の無線接続も利用可能である。

東海総合通信局 平成 17 年 3 月  
 飛騨地域における情報化推進に関する調査研究報告書  
 (P55)

地上デジタル放送の映像品質と 18GHz 帯 FWA（156Mbps）受信レベルの関係を示す。

地上デジタル放送の映像品質と 18GHz 帯 FWA 受信レベルの関係

18GHz 帯 FWA (156Mbps) 受信レベル (dBm)	- 7 3	- 7 4	- 7 5	- 7 6	- 7 7	- 7 8
地上デジタル放送映像品質 (JEITA)	5	5	2	1	1	1
備考			ブロック ノイズ 発生	受信不可		

通常の受信レベル区間ではエラーは発生しないが、 $-75.84\text{dBm}$  ( $\text{BER}=10^{-8} \sim 10^{-9}$ ) になると、エラーがブロックノイズとして映像に現れ始める。そして、 $-76\text{dBm}$  付近 ( $\text{BER}=10^{-4}$ ) で無線機が信号出力を強制断とすると、それに伴い、映像も停止することを示している。

#### ストリーミング配信の映像品質と受信レベルの関係（試験調査報告書 P59）

ストリーミング配信の映像品質と 18GHz 帯 FWA（26Mbps）受信レベルの関係を示す。  
 なお、ストリーミング配信の評価ではあるが、地上デジタル放送の映像評価項目である JEITA 評価項目を、指標として使用した。

#### ストリーミング配信の映像品質と 18GHz 帯 FWA 受信レベルの関係

18GHz 帯 FWA (26Mbps) 受信レベル (dBm)	- 8 0	- 8 1	- 8 2	- 8 3	- 8 4	- 8 5
地上デジタル放送映像品質 (JEITA)	5	5	2	2	2	1
備考			ブロック ノイズ 発生			受信不可

18GHz 帯 FWA（26Mbps）の場合では、受信レベルが  $-82\text{dBm} \sim -84\text{dBm}$  ( $\text{BER}=10^{-7} \sim 10^{-5}$ ) のところで、受信エラーが発生し、映像が途切れた。 $-85\text{dBm}$  付近 ( $\text{BER}=10^{-4}$ ) になると、信号段となり映像の受信が不可能となることが確認された。

### 山梨県 事例集

山梨県地域公共ネットワークでは、光空間伝送を 5 対向 10 局利用しており、最長対向距離は約 3 km、伝送速度は 10~700Mbps となっている。

### 3. 民間開放等実施団体事例一覧（財産処分届出順）

愛媛県電子自治体推進協議会 無線LAN導入検討部会 平成17年3月  
条件不利地域における無線LAN技術の活用に関する報告書～住民のインターネット  
利用環境の向上に向けて～  
（資料5）

民間開放等実施団体事例一覧（財産処分届出順）

実施主体	事業名	処分の理由・目的	余剰が生じた理由	処分財産	財産の管理区分	処分の形態
						①相手方 ②契約形態 ③貸付料
岡山県 総社市	平成12年度 地域イントラネット基 盤施設整備事業	高速インターネットサービスを提供し、動画にも対応した双方向の市民参加型のホームページの活用などにより、市街地と周辺部のデジタルデバイドの解消を進め、地域住民の公共的福祉の向上を図るため、ケーブルテレビ事業者に光ファイバの開放を行い、ケーブルテレビ及びケーブルインターネット整備を促進する。これより、既接続施設に加えて他の公共施設についても、公共端末、インターネット講習などに活用でき、公共ネットワークの一層の充実が図られるほか、地域住民のデジタルデバイドが解消され、補助事業の目指した地域の情報環境の整備が図られる。	幹線区間については、接続施設が多く、また、材料調達容易性及び経済性を踏まえた上で、安定運用に必要な心線を確保しているため。	2心	物品	民間開放  (株)倉敷ケーブルテレビ  IRU契約 無償
岩手県 江刺市	平成12年度 地域イントラネット基 盤施設整備事業	平坦部と山間部とでデジタルデバイドが非常に大きい当市の現状において、地域市民が等しくIT社会の恩恵を享受できる環境を整備するために、市内全域に光ファイバ網の整備を計画しており、この光ファイバネットワークの幹線として地域イントラネットの一部分の余剰4心分を民間開放するものである	ネットワークの構成については、外部からの不正なアクセスを回避するためにクローズされたものと、外部との通信に利用するオープンなものとの物理的に分離した2つのネットワークを想定し、4心（現用2心、予備用2心）1テープを2組で計8心を整備した。 当初は自主運用の形をとっていたが、セキュリティレベルをより向上するため、民間の保守サービスに平成14年1月から委託した。委託から現在までの間においては、外部からの攻撃に対し十分な防御が可能となってきているため、将来的にも一つのネットワークで対応可能と判断した。	4心	物品	民間開放  江和(株)  IRU契約 28円/1心/m/年× 1,541m×4心
北海道 長沼町	平成12年度 地域イントラネット基 盤施設整備事業 平成12年度 高度情報化拠点 施設整備事業 (農水省) 平成14年度 地域情報交流基 盤整備モデル事業	都市と本町のような農村地域には、インフラ水準や情報通信機器の利用率に格差が見られるように、既に大きな情報格差が存在している。 今後も、その格差の拡大が懸念されているので、イントラの余剰心線及び加入者系光ファイバを民間開放し、FTTHサービスの提供を図る。	補助事業の計画段階では、行政情報システムの中で、水害等の災害に迅速に対応を可能とするために、主要道路、河川等に町単独事業で防災カメラを設置し、その使用を見据えた光ファイバ網の整備を実施した。 その後、予定していた防災カメラの精度向上が図られるとともに、設置を予定していた排水機場近辺に北海道開発局が同程度のカメラを設置し、映像情報の入手が可能になる旨連絡があり、予定していた光ファイバの使用心数が減少することが分かったため、当初の事業計画・目的に支障がない範囲で開放した。	4～24心	物品	民間開放  北海道総合 通信網(株)  IRU契約 公表不可
岡山県 建部町	平成12年度 地域イントラネット基 盤施設整備事業	地域情報交流基盤整備モデル事業（加入者系光ファイバ網の整備）の実施に伴い、町が上記事業により整備した光ファイバの未利用部分について、第一種電気通信事業者に開放し、地域住民等に対してインターネットサービスを提供するため。	公共施設間を接続する光ファイバを敷設するにあたり、双方向性を考慮して施設間で使用する基本テープは1テープ4心とし、接続箇所5箇所、20心を使用する計画であったが、20心の光ファイバが別発注になることもあり、材料調達の利便性、経済性等も踏まえ、工事着工時に既製品の24心光ファイバケーブルを活用して構築したことから、結果として未利用の4心の光ファイバ心線が存在していた。	4心 3.2km	物品	民間開放  岡山ネットワ ーク(株)  IRU契約 無料
島根県 仁多町	平成11年度 地域インターネット導 入促進基盤整備 事業 平成13年度 地域イントラネット基 盤施設整備事業	本町は中国山地にある過疎・高齢化の課題を抱え、民間事業者の参入が望みにくい地域であることから、町民のインターネット利用を可能とする方策を平成11年度より検討を行ってきた結果、仁多町営の有線放送電話網でxDSL技術による方法が最適と考えたため、既に当該有線放送電話網を活用して構築している地域公共ネットワークに係る設備の一部（メディアコンバータ）を供用するものである。	町民向けインターネットサービスについては、当該回線において流通する情報量や回線容量等を考慮し、地域公共ネットワーク事業の遂行に支障がない範囲で実施する。	メディアコ ンバータ 計20台		設置主体が 利用
山梨県 南アルプス市	平成13年度 電気通信格差是 正事業	周辺自治体への光ファイバケーブルの開放	未回答	8心		開放  近隣複数自治 体(広域事業)  覚書(使用料) 年間 127,804円
秋田県 大内町	平成14年度 地域イントラネット基 盤施設整備事業	町民の利便性の向上及び町の活性化並びに福祉の向上等を積極的に図るため、各家庭からも町の各種行政情報や公共施設予約及びインターネット情報等が送受信できるよう、町が行うインターネット接続事業の伝送施設として当該事業で整備した伝送施設(GATV/LAN設備等)の一部として使用。 ※本町では、平成6年度に農水省の補助事業でCATVを整備済みである。	今回処分を受けたケーブルモデムセンター装置は、スペックが2,500回線、イントラネット基盤整備事業で整備した公共端末11箇所(11回線)のため、2,489回線の大幅な余剰となった。 導入したケーブルモデムセンター装置は、平成14年度の整備時において、最も低い規格(当時の最低スペックが2,500回線)であり、適切な設備導入であった。また、本件財産処分に関しては、本来の事業目的に支障を来さない。	ケーブルモ デムセン ター装 置1台 スイッチ ングハ ブ2個	物品	設置主体が 利用

実施主体	事業名	処分の理由・目的	余剰が生じた理由	処分財産	財産の管理区分	処分の形態
						①相手方 ②契約形態 ③貸付料
福島県 原町市	平成13年度二次補正 地域イントラネット基 盤施設整備事業	インターネットを活用する人口が都市部と比較して極めて少なく、特に山沿い海岸沿いの地区におけるデジタルデバイドが非常に大きい本市の現状において、地域市民が等しくIT社会の恩恵を享受出来る環境を整備するために、光ファイバ活用ネットワークの幹線として、地域イントラネットの一部分である余剰心線分と市単独で整備したFWA方式を組み合わせた市民アクセス網を、市内全域に整備計画し民間開放することとした。	ネットワーク構成は、主に市民が活用するインターネット技術を活用した情報プラットフォームによる外部とのネットワークをサービス提供系としてオープンに設定し、行政、福祉、教育に係る行政情報交換系のネットワークは、様々なプライバシーを有するデータが大量に流通するため、クローズしたネットワーク構成とし、外部からの不正アクセスの回避とセキュリティを確保するため物理的に分離した2つのネットワークを想定し、光ファイバの心線数を4心（現用2心、予備用2心）1テープを2組として計8心を整備した。 当初は市職員による自主運用を想定していたが、セキュリティレベルを向上させるため、民間の保守サービスに運用初期から委託した。委託から現在までの間においては、外部からの不正進入等の攻撃に対し十分な防御ができており、内部情報交換系のネットワークをバーチャルLANの技術を使用した運用とすることで、将来的にも1つのネットワークで対応が可能であると判断した。	4心 30km	物品	民間開放  NTT 東日本 福島支店  IRU契約  129,984円 /年
茨城県 七会村	平成13年度二次補正 地域イントラネット基 盤施設整備事業	当村は茨城県の北西山間部に位置し、一般家庭でのインターネットの利用環境はISDNしかなく、ブロードバンド環境にないが、住民に対して行ったITに関する意識調査の結果、3割弱の家庭でインターネットを利用している。利用していない家庭でも今後ブロードバンド環境になったら利用したいという回答が過半数を超えており、村役場にはブロードバンド環境整備の強い希望が寄せられている。 しかし、民間事業者によるブロードバンドサービスは数年先の整備も期待できない状態にあり、これからの情報化社会の発展を考慮すると早急な整備を求められており、ブロードバンド環境を行政主導で整備せざるを得ないと判断した。 このため、一部分の余剰心線を電気通信事業者に開放することにより、高度情報通信環境を整備し、住民生活の利便性を向上させる。なお、開放する際には、本来の事業目的に支障を来さない範囲内とする。	ネットワーク構成は、主に村民が活用するインターネット技術を活用した情報プラットフォームによる外部とのネットワークをサービス提供系としてオープンに設定し、行政、福祉、教育に係る行政情報交換系のネットワークは、様々なプライバシーを有するデータが大量に流通するため、クローズしたネットワーク構成とし、外部からの不正アクセスの回避とセキュリティを確保するため物理的に分離した2つのネットワークを想定し、光ファイバの心線数を4心（現用2心、予備用2心）1テープを2組として計8心を整備した。 当初は村職員による自主運用を想定していたが、セキュリティレベルを向上させるため、民間の保守サービスに運用初期から委託した。委託から現在までの間においては、外部からの不正進入等の攻撃に対し十分な防御ができており、内部情報交換系のネットワークをバーチャルLANの技術を使用した運用とすることで、将来的にも1つのネットワークで対応が可能であると判断した。	2心	物品	民間開放  日本通信放 送(株)  IRU契約  108,333円/ 年 (電柱使用 料相当額)
京都府 丹波町	平成13年度 地域イントラネット基 盤施設整備事業	本町は、中山間地の農村部にあたり、インターネットを利用する人口が都市部と比較すると少なく、また、民間事業者による高速通信サービスの展開が望めない状況にあり、町民が等しくIT社会の恩恵を享受できるインターネット・ブロードバンド環境を整備する必要に迫られている。 平成13年度、本町では既存の光ファイバ網と有線放送電話網によるxDSL技術を活用した地域イントラネット事業に取組み、公共施設間的高速ネットワークを図る地域情報通信基盤の整備を行ってきたところである。これら既存ネットワーク網の有効利用を図り、町内全域を対象とした丹波町インターネット接続サービスを実現するために地域イントラで整備した一部設備を利用する。	有線電話網整備の際に導入した光ファイバ網が4心あり、4心のうち有線機能として使用するの2心で残りの2心は予備線。地域イントラネットは予備線2心を利用して整備。住民向けインターネット接続サービスは予備線を使用。（心線、帯域の余剰ではなく、ネットワーク機器の使用） 【本来目的に支障をきたさない根拠】 予備線光ファイバは1000Mbpsで、イントラネットで利用する速度は上り1Mbpsと下り8Mbpsである。また、一般住民向けインターネットでも同様の速度使用となる。よって、光ファイバ網に負担をかけることはなく、また有線機能も確保されているものである。 さらに本地域イントラネットの行政情報交換系では、さまざまなプライバシーを有する大量のデータが流通しており、別途ファイアウォールを設けることとし、外部からの不正なアクセスを回避し、セキュリティを十分確保するものである。	ネットワー ク機 器の 一部		設置主体が 利用
京都府 亀岡市	平成12年度 地域イントラネット基 盤施設整備事業	亀岡市に唯一設置されている大学である京都学園大学においては、市内の教育の最高峰を担う存在として、また昨今では官学共同研究等による亀岡市との共働にも協力されており、その存在価値は益々増大している。 今後も情報教育を進展させ、大学間ネットワークの活用によるレベルアップを図り、市との共同研究等を一層進展させるために、大学では高速大容量で安定した通信インフラを利用する必要がある。 現在、大学の立地区域は高速通信サービスが受けられない状況となっているため、亀岡市が整備した光ファイバ網を第1種通信事業者に開放することにより、大学への高速通信サービスが可能となり、情報教育の充実と地域住民サービスの向上に資するものと考えられる。	当初接続時に、予備心線を敷設していたため	成端箱 1コネク ター  光ケーブ ル 1心(5.2km)  クロシ ャ 10箇所	物品	民間開放  (株)イ・オプ ティ コム  IRU契約  3,358円/心 /km

実施主体	事業名	処分の理由・目的	余剰が生じた理由	処分財産	財産の管理区分	処分の形態
						①相手方
岡山県 連携主体 (玉野市、 灘崎町)	平成13年度 広域的域情報 通信ネットワーク基盤 施設整備事業	玉野市では、広域的域情報通信ネットワーク基盤施設整備事業により敷設した光ファイバにより市内の小中学校と公共施設を接続している。 このたび、新世代地域ケーブルテレビ施設整備事業を実施するにあたり、保有する光ファイバ心線の開放を行うものであり、CATVインターネットを活用することで、早期に、より多くの住民が防災アプリケーションや、蔵書検索・予約のアプリケーションを利用できる見通しとなった。 CATVインターネットを整備することは、今後、インターネットを利用した各種行政手続を可能とする電子自治体の構築をしていく上でも、現在の本市のホームページにおいて提供している住民サービスを円滑にするためにも欠かせないものであり、情報化の目的である地域住民の福祉の向上に資するものであると考える。	光ファイバの敷設については、材料調達の経済性、効率性を踏まえ、光心線を一括発注しており、一部区間については心線数に余剰が生じている。 開放する際には、本来の事業目的に支障を来さない範囲での開放とするものである。	2心 15.4km	物品	民間開放
						(株)倉敷ケーブルテレビ
						IRU契約 無償
山口県 光市	平成13年度 地域イントラネット基 盤施設整備事業 (14年度繰越)	採算性等により民間事業者による整備がなされず、高速インターネットに接続することのできない過疎地域等の条件不利地域において、市が保有する光ファイバ網のうち未利用の状態であるものを民間通信業者(ケーブルテレビ業者)に開放し有効活用を図ることにより、高速インターネットの環境整備を促進し情報格差の是正を図る。	地域イントラの光ファイバケーブル布設設計の際、各公共施設での住民サービスに必要な心数を検討した結果、予備心を含め各施設10心として発注したところ、請負業者より、既製品では10心のものがなく、10心の光ファイバケーブルを特注するより12心の製品を使用した方が安価であるとの提案があり、総合通信局と協議し各施設12心を布設することとしたため2心の余剰心が発生した。	2心	物品	民間開放
						Kビジョン(株)
						IRU契約 無料
福島県 西会津町	平成12年度 地域インターネット導 入促進基盤整備 事業	当町では、平成9年に町営CATVを整備し、平成12年度地域インターネット導入促進基盤整備事業により、CATV網を活用して役場本庁舎及び出先機関をLANで結び、行政情報提供システム、公共施設予約システムを構築している。 今般、さらに町民に対する行政サービスの提供と利便性の向上を図るとともに過疎地域における情報格差の是正を目的に、各家庭からも町の各種行政情報や公共施設予約及びインターネット情報等が送受信できるよう、ケーブルインターネット接続事業の立上げを予定している。 ついで、町が行うインターネット接続事業の伝送施設として12年度整備した光ファイバ(本庁舎とCATVセンター施設間約35m)及びCATV伝送施設(CATV/LAN施設等)の一部を使用することとしたい。	地域インターネット導入促進事業の実施当時は、インターネット接続可能なオープンなネットワークと、基幹業務系のクローズなネットワークを役場出先機関へ接続するために、光ケーブルを各2心ずつの4心を使用し、バックアップ用として各2心ずつの合計8心を使用する予定であった。	CATVセン タ-機器  光4心 30~40m		設置主体が 利用
岡山県 瀬戸町	平成13年度二次補正 地域イントラネット基 盤施設整備事業 (14年度繰越)	全ての家庭でe-Japan重点計画に基づく高度情報通信ネットワーク社会を実現し、高速インターネット(ケーブルインターネット)の利用を可能とするため、CATV事業者が光ファイバを開放する。	複数の公共施設を結ぶことを鑑み、経済性と材料調達の容易性を踏まえ、安定運用に必要な心線を確保しているため余剰を生じている。	3心 総延長 36,470m	物品	民間開放
						岡山ネットワ ーク (株)
						IRU契約 無料
島根県 佐田町	平成13年度 地域イントラネット基 盤施設整備事業 (14年度繰越)	佐田町内における高速インターネット接続サービスは、JAいずもによる有線電話を利用したADSLサービスのみが提供されている。他の通信事業者等においては、当面サービス提供の予定がなく、光ファイバ開放の申出もない状況である。 有線電話によるADSLサービスは、本局を中心に町内7地区へ提供されているが、7地区のうち4地区においてはその実行速度が0.3Mbps程度であり、8~24Mbpsが確保されている本局地区等と比較して情報格差が生じている。 この度、実行速度が低速な地域において、未利用心(各区間において1心を多重化し上り下り回線として利用)をインターネット通信回線としてJAいずもに開放することにより、ADSLサービスのバックボーン強化につながり、現状で実行速度が低速な地区においても8Mbps程度の伝送速度が確保され、町内における情報通信格差を是正することが可能となる。	光ファイバについては、メディアコンバータの機能を活用することにより上下の送信に1心、安定運用のために予備の1心を必要としていたが、1テープ2心構成では特別発注となり、コスト増となるため、一般的な仕様である1テープ当たり4心の光ファイバを効率的かつ経済的な仕様として設計、調達した。そのため、調達時において1テープあたり2心の未利用心が生じることとなった。	1心	物品	民間開放
						JA
						IRU契約 無料(ただし保守料相 当負担金として年間30 円/m)
長崎県 波佐見町	平成12年度補正 地域イントラネット基 盤施設整備事業	地域住民の利便性の向上及び町の地域活性化を推進するため、町営による公衆無線LANアクセスサービス事業の提供を予定している。町が行う公衆無線LANアクセスサービス事業の伝送施設として、当該事業で整備した伝送施設の一部を使用することとしたい。	帯域制御装置により、地域公共ネットワークで使用される帯域を確保する。			設置主体が 利用

実施主体	事業名	処分の理由・目的	余剰が生じた理由	処分財産	財産の管理区分	処分の形態	
						①相手方	②契約形態
大分県 連携主体 (大分県外 31市町村・ 広域連合)	平成12～13年度 広域的域情報 通信ネットワーク基盤 整備事業 平成14～15年度 地域インターネット基 盤施設整備事業	電気通信事業者（CATV事業者、携帯電話事業者等）が地域公共ネットワークの光ファイバを利用することについて、県内の地域間の情報格差を是正し、各地域の振興・活性化につながることから、光ファイバの民間開放を行うこととした。（今年度から民間利用制度を整備し、現在、利用開始に向けて作業中）	整備段階では、運用面やセキュリティ面から、アプリケーション・自治体毎に別心でネットワークを構成することとして光ファイバ心数を決定した。 しかし、運用段階において、瞬間的に発生する大量のトラフィックへの対処や、異なるVLAN間のセキュリティの確保などが可能と確認されたことから、同一心上で論理分割によりネットワークを構成することとし、光ファイバ心利用の見直しを行った結果、余剰の光ファイバ心線が発生することとなった。	2～8心	物品	民間開放	事例なし
							IRU契約 1円/1心/ m/年
北海道 倶知安町	平成15年度 地域インターネット基 盤施設整備事業	地域公共ネットワークを活用した加入者系光ファイバ網設備整備事業(H16)を実施し、当町の辺地地域におけるデジタル・ディバイドを解消することを目的に処分を行った。	補助申請時に積算した必要心線数が6心であったが、一般に市販されている光ファイバケーブルは1テープ4心であるため、2テープ8心を導入した結果2心の余剰心が生じた。	2心	物品	民間開放	北海道総合 通信網(株) IRU契約 公表不可
岡山県 勝田町	平成13年度補正 地域インターネット基 盤施設整備事業 (14年度繰越)	勝田町では、地域インターネット基盤施設整備事業において敷設した光ファイバにより、町内の全ての小・中学校及び主要公共施設を接続している。 光ファイバの敷設にあっては、複数の公共施設を結ぶことを鑑み、経済性と材料調達の容易性を踏まえ、安定運用に必要な心線を確保しており、光ファイバの心線数に余剰が生じている。 平成16年度、加入者系光ファイバ網設備整備事業を行い、町内全域・全戸を対象として、超高速インターネットの利用を可能とし、高度情報通信ネットワーク社会を実現するため光ファイバを開放するもの。	事業の実施計画（設計）を行った平成13年当時は「地域公共ネットワークに係る標準仕様」（平成14年10月策定）などのネットワーク構築に関する明確な基準がなかった。そのため、光ファイバによるネットワーク構成については、同事業を実施している近隣市町村の状況なども参考として、一般的に普及しており調達が容易な4心テープを採用とすることとし、さらに安定的な運用を行うためにテープ単位での予備を設け、1施設当たり8心を割り振るスター型を基本とする構成とした。運用上実際に使用しているのは2心であるため、4心テープの内2心および予備心線用テープの内2心が余剰となっている。	2心 延長 11,620m	物品	民間開放	未回答 IRU契約 未回答
岡山県 旭町	平成11年度 地域インターネット導 入促進基盤整 備事業	民間事業者の参入が見込めない当町においては、町自ら電気通信事業者（第二種）となり、インターネット接続サービスの提供に取り組み、町内の90%の地域において、高速大容量・常時接続インターネットが可能となった。しかし、一部の地区においては、設備の関係上、DSLの整備が不可能であり、町内において情報通信格差が生じている。そのため、地域インターネット事業実施時に、調達の都合により生じた未利用心線を開放することにより、FTTH接続サービスを行い、他の地区同様の環境を提供し、町内の情報通信格差を是正するものである。	旭町役場から、インターネットのバックボーン回線として、岡山情報ハイウェイへ接続する光ケーブル心線は、2心を必要としていたが、調達可能な心線の最低の規格が4心であったため、2心について未利用が生じることとなった。さらに、今年度整備するFTTH事業で、岡山情報ハイウェイへ接続する光ケーブル心線にWDM機器を使用するため、仮想余剰心線2心が生じる	1心 延長 6,300m  2心 (仮想余 剰心線) 延長 17,186m	物品	設置主体が 利用	
和歌山県 美里町	平成12年度補正 地域インターネット基 盤施設整備事業	民間事業者が進出しない過疎地域において、ブロードバンドサービスを実現する為、県・町の補助を活用し町内にADSLを構築する必要がある。 よって町内全域にADSLを構築しようとするプロバイダに対し、地域インターネット基盤施設の光心線を一般開放する	計画段階から心線には十分余裕を取って整備していた。又、開放は本来目的に支障をきたさない範囲とした。	2心	物品	民間開放	民間プロバイダ IRU契約 維持管理に 要した経費 を平均し年 額を算出
石川県 輪島市	平成14年度 地域インターネット基 盤施設整備事業	市が所有する未利用の光ファイバ心線の活用のため、携帯電話用鉄塔施設のエンタランス回線として電気通信事業者に開放し、不感地帯解消を図り、住民サービスの向上という公益の達成を期待している。	現在、接続施設1拠点当たりの心線数は、基本構成2心及び予備2心の計4心となっており、さらに信頼性を持たせるためにそれぞれ別テープによる構成として合計8心を整備している。施工の際には、最も経済的かつ汎用性に優れた4心テープ構造のケーブルを採用しており、結果として各拠点あたり4心が未利用となっているため、これを開放するものである。 なお、開放する際には、本来の事業目的に支障を来さない範囲内とする。	4心 (2心単 位の心 線の生 貸)	物品	民間開放	NTTドコモ IRU契約 9円/心/m /年(別途減 額あり)
愛媛県 連携主体 (宇和島市、 吉田町、 三間町、 津島町)	平成15年度 地域インターネット基 盤施設整備事業 (16年度繰越)	愛媛県及び県内全市町村で構成する愛媛県電子自治体推進協議会においては、サービスを受ける住民側のブロードバンド環境の向上を図るため、「無線LAN導入検討部会」を設置し、吉田町においてコストの安い無線LANを活用した実証実験を行うこととなった。 実証実験は、地域インターネット基盤施設整備事業により光ファイバが敷設されている小学校を基地局とし、モニター家庭との間で2.4GHz帯の無線通信環境を構築するものである。基地局からインターネットへは、地域インターネットの住民公開端末用のVLANを経由し、連携主体が既に契約しているプロバイダサービスを利用して接続する。小学校においては、敷設されている8心の光ファイバのうち上り用1心下り用1心の計2心をメディアコンバータに接続し、上り下りそれぞれ100Mbpsの帯域を確保している。今回は、この100Mbpsの帯域のうち、本来の小学校の利用目的に支障をきたさない範囲で、当該実験のために20Mbps程度を使用する。	【余剰帯域】 財産処分を行う奥南小学校への経路に設置している機器は100Mbpsの帯域を確保している。対象施設での必要帯域は80Mbpsであり、20Mbpsの帯域が余剰帯域となっているので、その余剰帯域分について利用する。 【帯域制御】 帯域の制限は、奥南小学校に設置しているスイッチングハブと無線機器の間にルータを設置して帯域制御を行い余剰帯域である20Mbps以下に制限する。	光ファイバ の余剰帯 域20Mbps  ネットワーク機 器		設置主体が 利用	