

地域における電波利用基盤の普及のための調査研究

報告書

平成16年3月

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

目次

第1章 概要

1.1	はじめに	1
1.2	試験回線の設置	2
1.3	検討事項	3
1.3.1	長距離海上伝搬及び台風等の豪雨時における伝搬特性	3
1.3.2	インターネット接続の安定性の検証	3
1.3.3	総合評価	3
1.4	結論	4

第2章 長距離海上伝搬及び台風等の豪雨時における伝搬特性の検証

2.1	試験方法	7
2.1.1	試験構成	7
2.1.2	試験機器	9
2.1.3	机上計算	11
2.1.4	測定項目	13
2.2	測定結果	17
2.2.1	降雨強度と受信レベルの測定結果	17
2.2.2	海面反射の測定結果	23
2.2.3	スループット測定結果	24

第3章 インターネット接続の安定性の検証

3.1	回線稼働率	25
3.2	降雨減衰に対する評価	26
3.2.1	受信レベルの検証	26
3.2.2	降雨強度の検証	28
3.2.3	誤り率の検証	35
3.2.4	受信レベルと降雨強度の相関	35
3.2.5	受信レベル対誤り率	44
3.3	海上反射に対する評価	45
3.4	スループットに対する評価	46

第4章 総合評価

4.1 総合評価	47
----------	----

第5章 実用化に向けた課題

5.1 降雨による回線断	51
5.2 台風に耐える強度	51
5.3 塩害に対する対策	51

第6章 アンケート調査

6.1 アンケート調査	53
6.2 アンケート集計結果	53

第7章 おわりに

第8章 調査研究会

8.1 構成員名簿	71
8.2 検討経過	71

第9章 参考資料

9.1 試験設備仕様	73
9.1.1 18GHz帯FWA	73
9.1.2 5GHz帯FWA	78
9.1.3 測定設備	85
9.2 各施設設置状況	88
9.2.1 南大東局	88
9.2.2 北大東局	92
9.2.3 5GHz帯FWA設置状況	95
9.2.4 各施設インターネット閲覧端末設置状況	98

9.3	北大東村内ネットワーク	99
9.3.1	ネットワーク構成	99
9.3.2	調査研究会ホームページ	100
9.3.3	インターネット速度改善	101
9.3.4	展望カメラ	104
9.3.5	ムービーシアター	105
9.3.6	屋内カメラ会議システム	106
9.4	アンケート用紙	108
9.4.1	宿泊施設アンケート用紙	108
9.4.2	各施設モニタアンケート用紙	110
9.4.3	住民調査アンケート用紙	114
9.5	気象庁データ	117
9.5.1	平年統計データ	117
9.5.2	試験期間データ	118

第10章 付録

10.1	用語集	119
10.2	参考文献・資料	126

第 1 章 概要

第1章 概要

1.1 はじめに

現在、地方公共団体においては、電子自治体の実施に向け大容量通信ネットワークの整備が取組まれている。

こうした中、総務省では従来の固定無線通信システムで必要であった大規模な鉄塔を不要とし、小規模な建物にも設置可能で、比較的短時間に低コストでネットワーク構築が可能な、準ミリ波帯公共業務用無線アクセスシステムを導入することとした。

準ミリ波帯公共業務用無線アクセスシステムは、地方公共団体等における利用を目的とする、大容量通信が可能な準ミリ波帯（18GHz帯）を使用する無線アクセスシステムで、平成15年度に、実用化に向けた制度整備が行われた。

準ミリ波帯公共業務用無線アクセスシステムの導入により、簡易かつ低コストの無線設備を用いて、光ファイバ敷設の困難なエリアでの地域公共ネットワークの整備、ラストワンマイルや携帯電話エリア整備への活用が期待されている。

図1.1.1に、準ミリ波帯公共業務用無線アクセスシステムの利用イメージを示す。

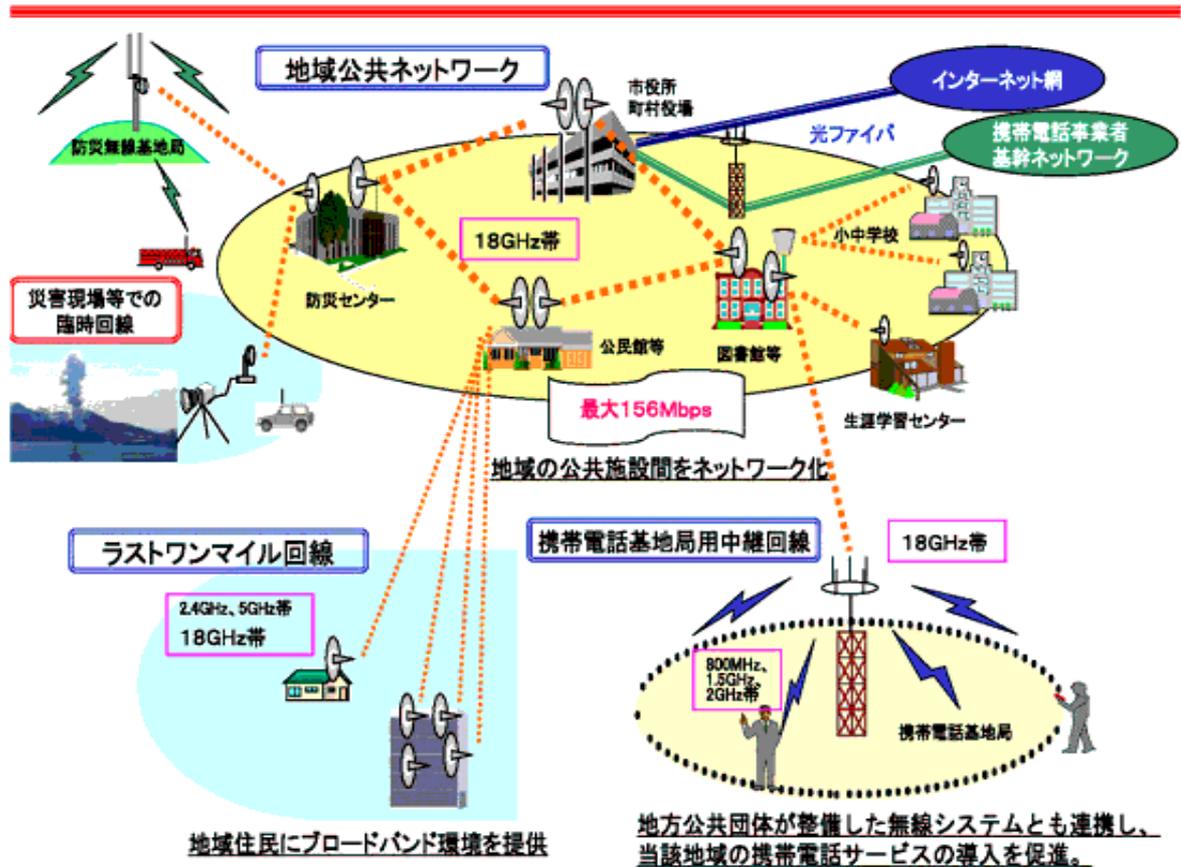


図 1.1.1 準ミリ波帯公共業務用無線アクセスシステムの利用イメージ

1.2 試験回線の設置

準ミリ波帯公共業務用無線アクセスシステムを、遠隔離島地域において利用するためには、海上伝搬上及び台風等の豪雨時での高能率変調方式を適用した回線設計データを収集して、検証することが必要であることから、18GHz帯を用いた公共業務用無線アクセスシステム（以下、18GHz帯FWA）の実用性を検証するための試験を実施した。

この試験では、海上伝搬等での条件下における、高能率変調方式を用いた18GHz帯FWAの回線設計における基礎データの収集と分析を行うことを目的とし、更に、海上伝搬等の条件下における18GHz帯FWAのインターネットアクセス等における基礎データの収集と分析を行った。

試験回線は、南北大東地区に試験システムを設置して平成15年10月1日～平成16年3月10日の期間で実施した。

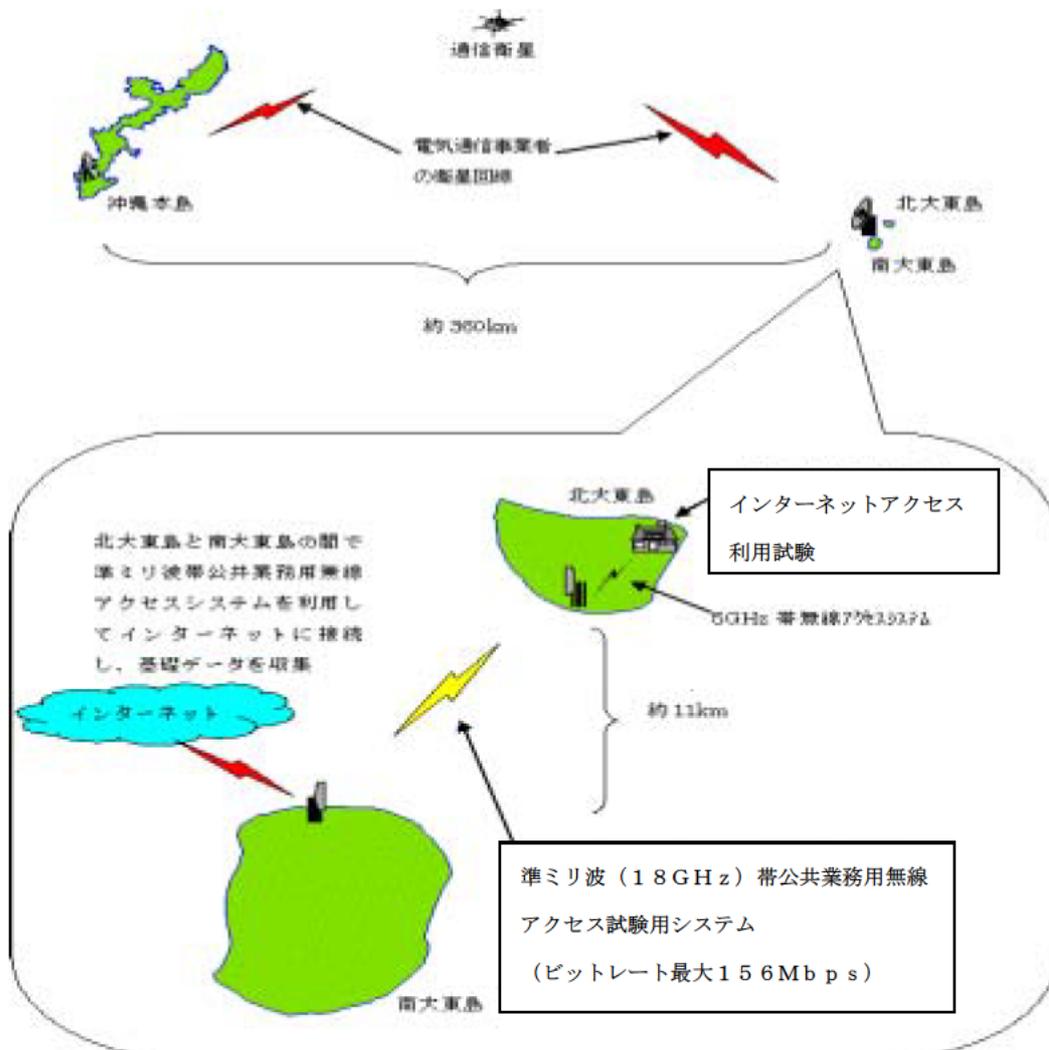


図 1.2.1 南北大東地区における試験システム構成 (イメージ図)

1.3 検討事項

1.3.1 長距離海上传搬及び台風等の豪雨時における伝搬特性

準ミリ波帯公共業務用無線アクセスシステムを用いた実用性を検討するための、基礎データ収集・分析を行った。

(1) 降雨減衰特性

以下の測定により、降雨と受信レベルの低下に関する評価を行う。

南北大東地区に設置した18GHz帯FWA機器の付近に降雨強度計を設置して、1分間降雨量を測定し、測定用サーバに蓄積する。

また、南大東気象台の降雨量情報と比較する。

受信レベルを測定して測定サーバに記録し、この変化を降雨減衰量とする。

上記で求めた、降雨強度、降雨量、降雨減衰量より、本回線における回線品質に関する計算値とフィールド値との比較を行う。

(2) 海面反射による影響

海面からの反射波によるマルチパスフェージングの影響を評価する。

受信波形を観測し、ノッチ*の影響の有無を確認する。

*ノッチとは、正規波と反射波が合成されることにより、ある特定の周波数成分が著しく低下する現象をいう。ノッチを生じると受信レベルの低下以上に回線に影響が与えられる。

降雨が無い時の受信レベルの変動について評価する。

1.3.2 インターネット接続の安定性の検証

前項の調査結果より、本試験回線の稼働率を求め、インターネット接続への影響を検証する。

1.3.3 総合評価

本試験のまとめとして、インターネット環境の整備に対する18GHz帯FWAの実用化について検討を行う。

(1) インターネット環境整備に向けた今後の課題

18GHz帯FWAを使用する場合の課題を整理し、インターネット環境整備に向けた問題点を提言する。

(2) 自治体及び住民のニーズ

18GHz帯FWAを整備することにより、インターネット環境整備が実現する。これにより生まれる新たな行政サービスに対する自治体及び住民のニーズを確認する。

試験では、南北大東間に設置した18GHz帯FWAを經由して、北大東村の各施設(北大東村役場、JA、幼稚園、宿泊施設、職員宅)にインターネット回

線を接続する。このために、北大東局と各施設間には、5GHz帯無線アクセスシステム（以下、5GHz帯FWA）で接続する。

今回、実際にインターネットを使用頂いた役場の方、住民の方より、アンケート形式による感想、要望を調査する。

1.4 結論

試験期間中の降雨強度(1分間降雨量)と受信レベル、ならびに誤り率は図1.4.1、図1.4.2のとおりである。測定の結果、試験期間中の回線断時間は約5分であり、これは全測定時間の0.002%(回線稼働率99.998%)にあたる。これは他の無線通信システム(固定マイクロ通信システム、衛星通信システム)と比較しても遜色無い結果が得られた。

小型で安価な18GHz帯FWAを使用しても、長距離海上传搬という環境下においてインターネット接続の安定性が確認できたことから、同じような比較的近距離の離島への通信回線、及び島内でのイントラネット構築に活用できることが確認された。

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

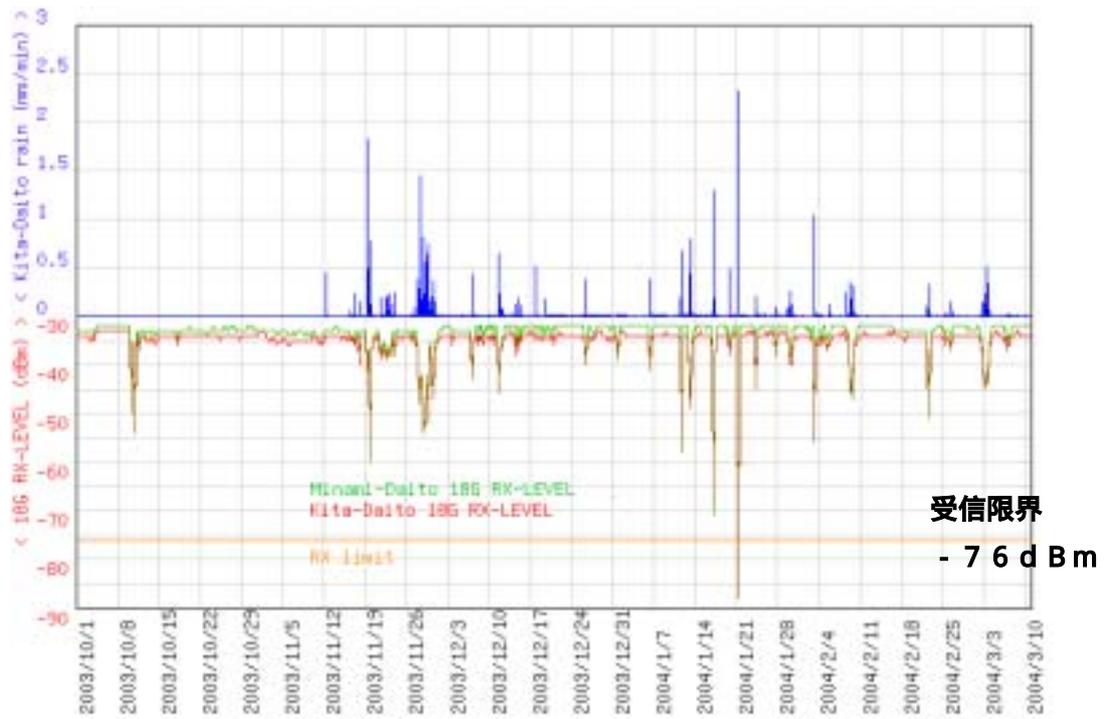


図 1.4.1 試験期間中の降雨強度対受信レベル
 (北大東局降雨強度計の結果)

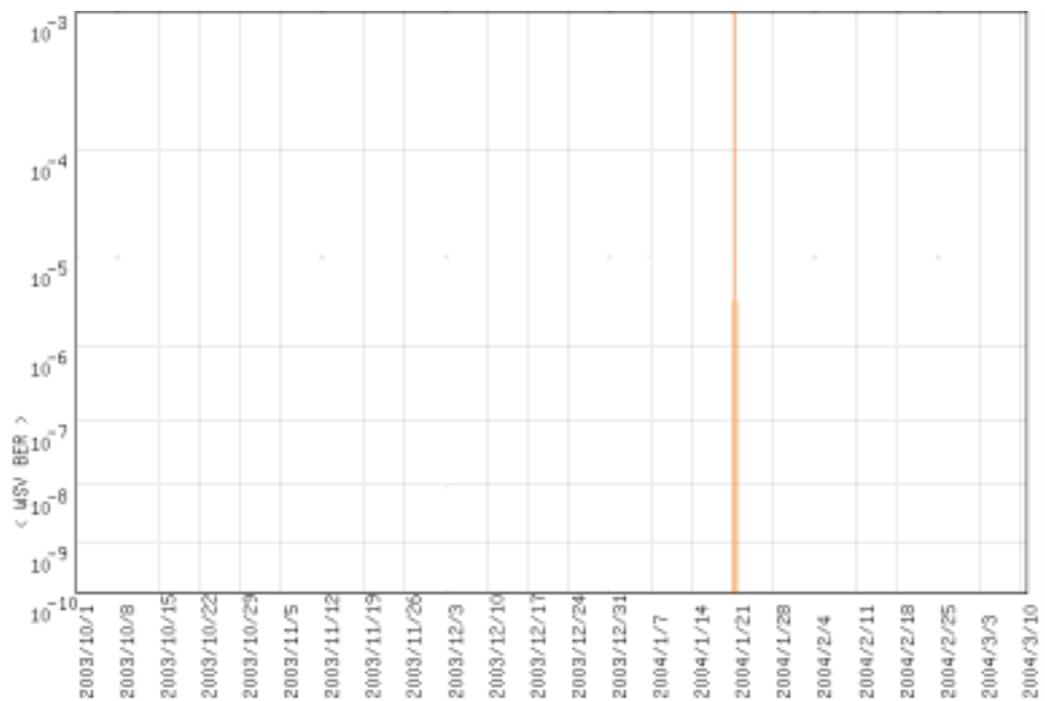


図 1.4.2 試験期間中の誤り率

第2章 長距離海上伝搬及び台風等の 豪雨時における伝搬特性の検証

第2章 長距離海上伝搬及び台風等の豪雨時における伝搬特性の検証

2.1 試験方法

2.1.1 試験構成

(1) 18GHz帯FWAの設置

本試験において構築した試験回線の系統図を図2.1.1に示す。



図 2.1.1 試験回線の系統図

検証は、南大東島と北大東島の間には18GHz帯FWAを設置して、海上約11kmを伝搬して実施する。

(2) インターネット回線

インターネット閲覧端末を配備した各施設配置構成図を図 2.1.2 に示す。



図 2.1.2 北大東村内 各施設配置構成 (5GHz帯FWA)

北大東村内の各施設にインターネットアクセスを提供するために、北大東村内に5GHz帯FWAを設置した。

南北大東地区では、電話及びインターネットは、南大東島内のNTT衛星回線受信局を通じて公衆網と接続されている。今回の試験では、南大東局でISDN回線(64Kbps)と接続した。このISDN回線を18GHz帯FWA、5GHz帯FWAを経由して北大東村の各施設と接続している。

2.1.2 試験機器

伝搬試験に使用する18GHz帯FWAの諸元を表2.1.1に、外観図を図2.1.3に示す。

表 2.1.1 18GHz帯FWA 仕様

項目	諸元
周波数帯域	18GHz帯
変調方式	32QAM
Ether インタフェース	100BASE-TX (RJ45) : 2port (計156Mbpsで設定可能 (ex. 100Mbps + 50Mbps))
伝送速度	156Mbps
送信出力	+18dBm
誤り訂正	MLCM +Reed Solomon
アンテナサイズ	1.2mφ
電源	DC-48V
消費電力	現用構成 : 55W typical (DC-48V)
環境条件	IDU : -5°C ~ +50°C
	ODU : -30°C ~ +50°C
重量	ODU : 5kg (除く、アンテナ及び取付架台) IDU : 5kg



ODU (Outdoor Unit)
及び 1.2m パラボラアンテナ 外観



IDU (Indoor Unit) 外観

図 2.1.3 18GHz 帯 FWA 外観

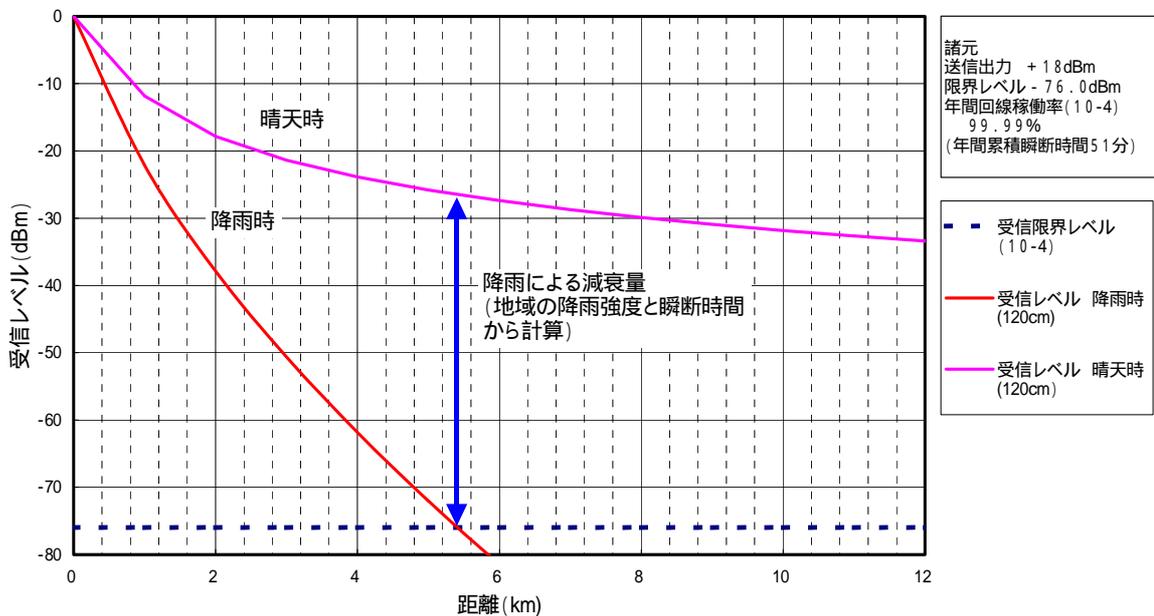
2.1.3 机上計算

(1) 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 (120cm)
- 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。

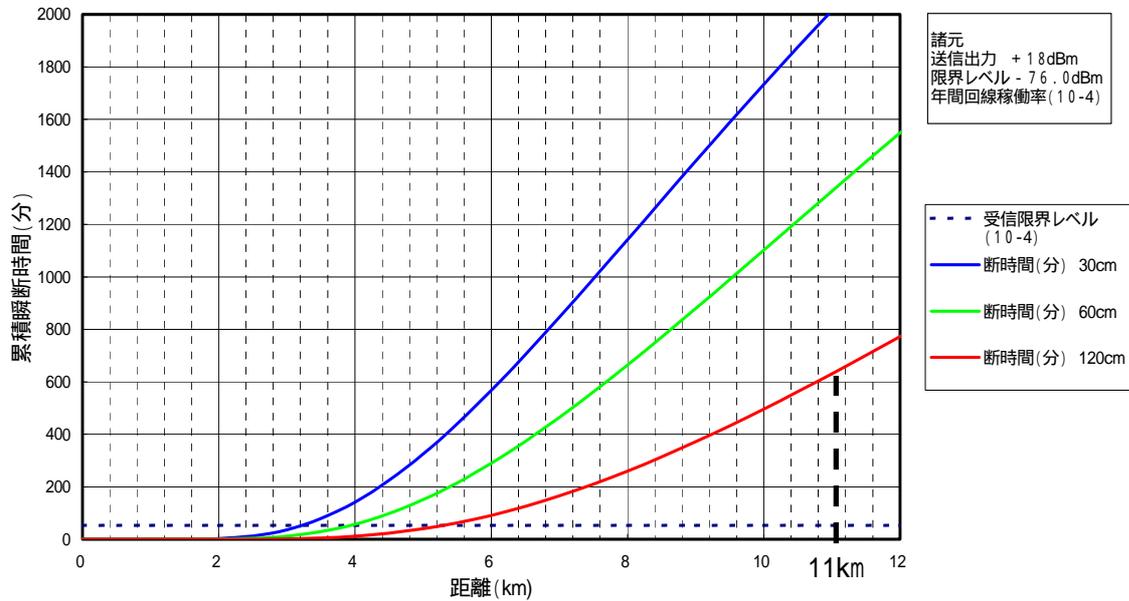


図 2.1.5 伝送距離対年間不稼働率（机上計算）グラフ

本試験回線の稼働率は、伝送距離が約 11 km 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、

$1 - 630 \text{分} / (365 \text{日} \times 24 \text{時間} \times 60 \text{分}) = \text{約} 99.88\%$ となる。

(2) 回線設計

本試験回線の回線設計書を表 2.1.2 に示す。

表 2.1.2 回線設計書

回線レベル計算書		
18.7 GHz	A局名	北大東局
156 Mbps	B局名	南大東局
NO	(値)	(諸元)
1	送信電力 18.0 dBm	0.063 W
2	自由空間損失 -138.7 dB	
	(北大東局... 南大東局)	d = 11.0 Km
3	a (北大東局) アンテナ利得 44.0 dB	ハﾟ 1.2 m
	b (南大東局) アンテナ利得 44.0 dB	ハﾟ 1.2 m
4	損失合計 -50.7 dB	
	区間損失 -138.7 dB	
	区間利得 88.0 dB	
5	受信電力 -32.7 dBm	
6	受信機熱雑音 -105.5 dBm	
7	所要降雨マージン Z _r 43.3 dB	0.0075%値 2.00
8	所要受信電力 -76.0 dBm	
9	システムマージン 0.0 dB	回線不稼働率 0.12%
	(備考) 年間累積瞬断時間	0.12% = 630 分

2.1.4 測定項目

(1) 降雨強度と受信レベルの相関

今回、南大東局及び北大東局それぞれに降雨強度計を設置して、降雨強度と受信レベルの変動、誤り率との相関を調査し、回線設計手法の確認を行うものとする。具体的には、次の項目を測定する。

(i) 降雨強度

南大東局及び北大東局に設置した降雨強度計より、1 分間降雨量(降雨強度)を測定する。

なお、参考として南大東気象台の降雨量との比較をする。

() 受信レベル

受信レベルは無線装置から常時出力される。測定サーバに蓄積する。

() 誤り率

誤り率測定器を対向で設置し、誤り率を測定する。図 2.1.6 に、測定構成を示す。

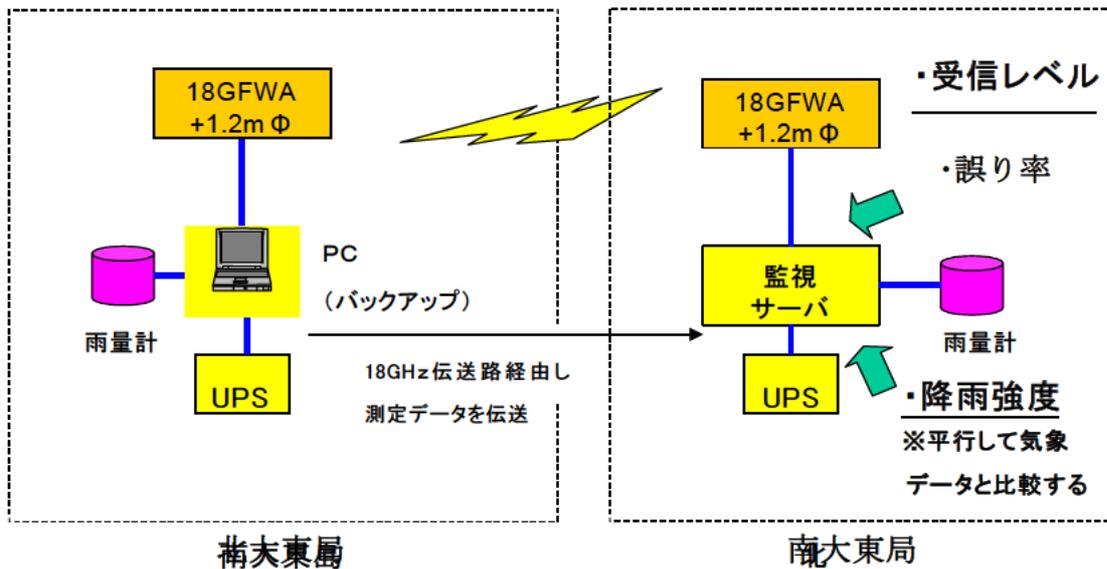


図 2.1.6 測定構成

今回、使用した測定器材は次の通りである。

(i) 降雨強度計

本装置は、降雨強度計発信機からの信号を降雨強度計変換器にて電気信号へ変換し、外部の I P 変換装置へ出力する。

(ii) 測定サーバ

無線装置からの受信レベル情報を定周期で収集し、測定サーバに蓄積する。

(iii) I P 変換装置

降雨強度は、I P 変換装置でパケットデータに変換し監視サーバに接続する。

(iv) 誤り率測定器

誤り率測定器を接続し、1.5Mbps の誤り率を測定する。

図 2.1.7 に、測定器材の設置状況を示す。



図 2.1.7 測定器材 設置状況

(2) 海上反射の影響

図 2.1.8 に受信スペクトラム波形の測定構成を示す。

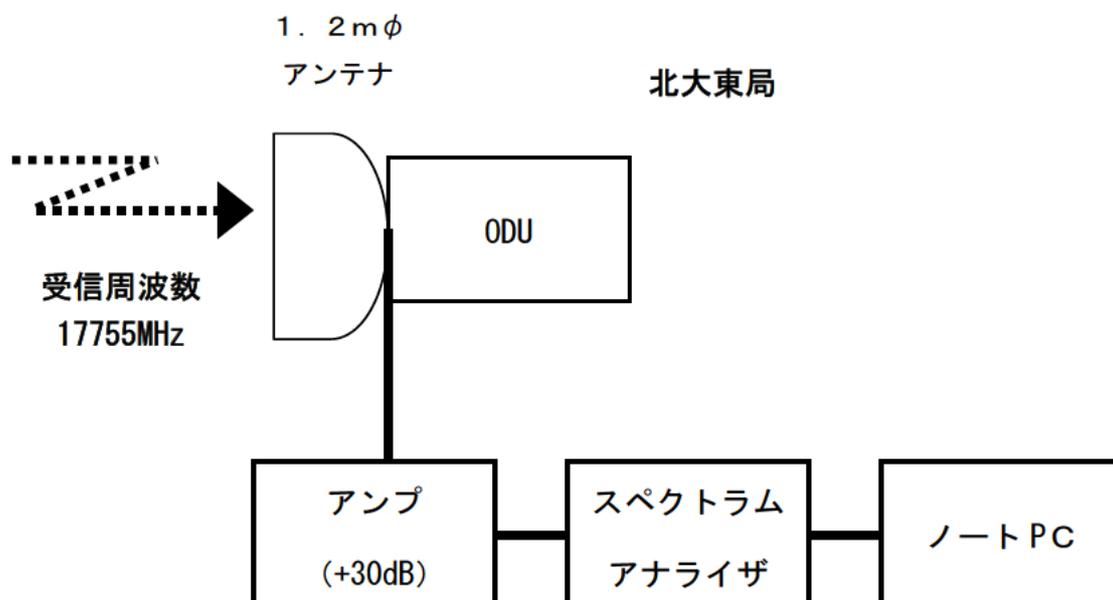


図 2.1.8 受信スペクトラム波形 測定構成

18GHz帯FWAは、屋外にODUとアンテナを設置している。受信波形を観測するために、アンテナからODUを外し、スペクトラムアナライザを接続する。

測定は北大東局で実施し、1.2 m φアンテナの出力部に、アンプ (+30 dB) を接続し、スペクトラムアナライザにより、スペクトラム波形に波形歪みが無いか観測する。

(3) スループット測定

図 2.1.9 に、無線ネットワークのスループット測定系統図を示す。

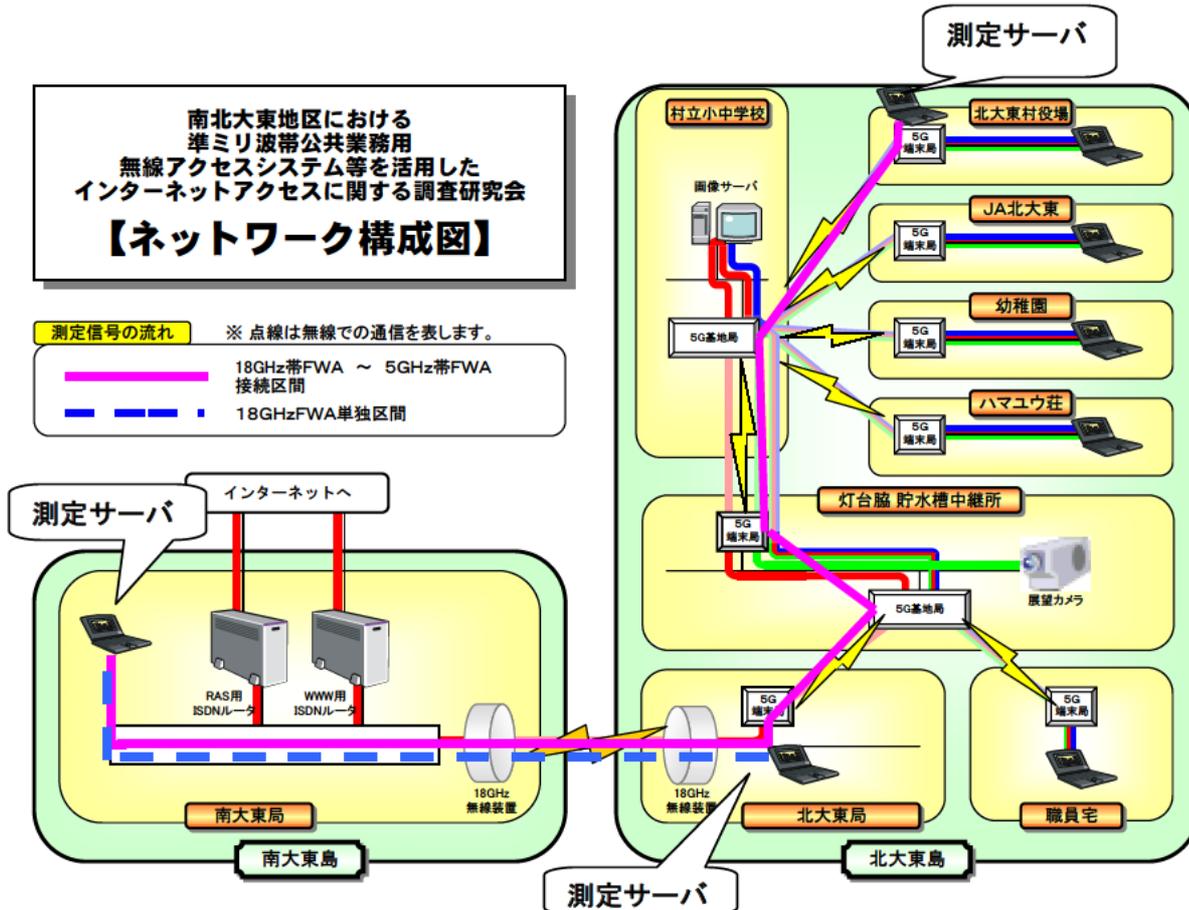


図 2.1.9 スループット測定

測定サーバを基地局側に設置し、以下の測定区間でスループットを測定する。

(i) 18GHz 区間

南大東局と北大東局の間で、18GHz帯FWA単独のスループットを測定する。

(ii) 5GHzを含めた区間

南大東局と、北大東村端末局設置区間のスループットを測定する。

2.2 測定結果

2.2.1 降雨強度と受信レベルの測定結果

(1) 降雨強度対受信レベル

試験期間中の降雨強度（1分間降雨量）と受信レベルの変化を示す。

() 北大東局 降雨強度

北大東局の降雨強度と、南北の両受信レベルを図 2.2.1 に示す。

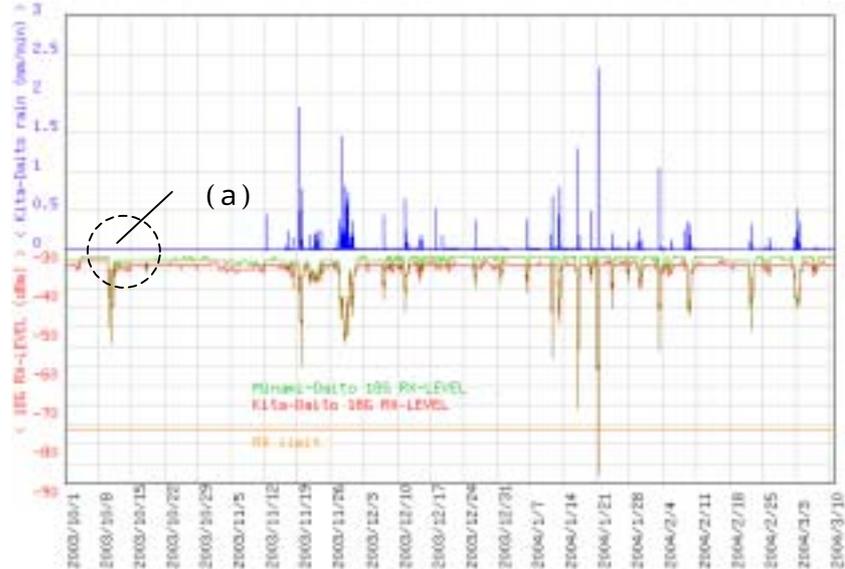


図 2.2.1 時間経過グラフ（北大東局 降雨強度 / 受信レベル）
測定期間 平成 15 年 10 月 1 日～平成 16 年 3 月 10 日

() 南大東局 降雨強度

南大東局の降雨強度と、南北の両受信レベルを図 2.2.2 に示す。

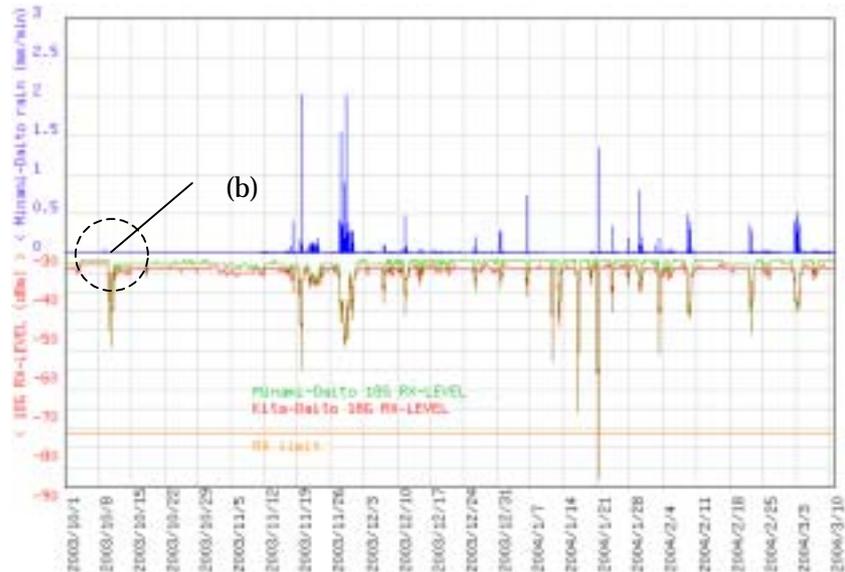


図 2.2.2 時間経過グラフ（南大東局 降雨強度 / 受信レベル）
測定期間 平成 15 年 10 月 1 日～平成 16 年 3 月 10 日

() 南大東島気象台降雨強度

南大東島気象台の降雨強度と、南北の両受信レベルを図 2.2.3 に示す。

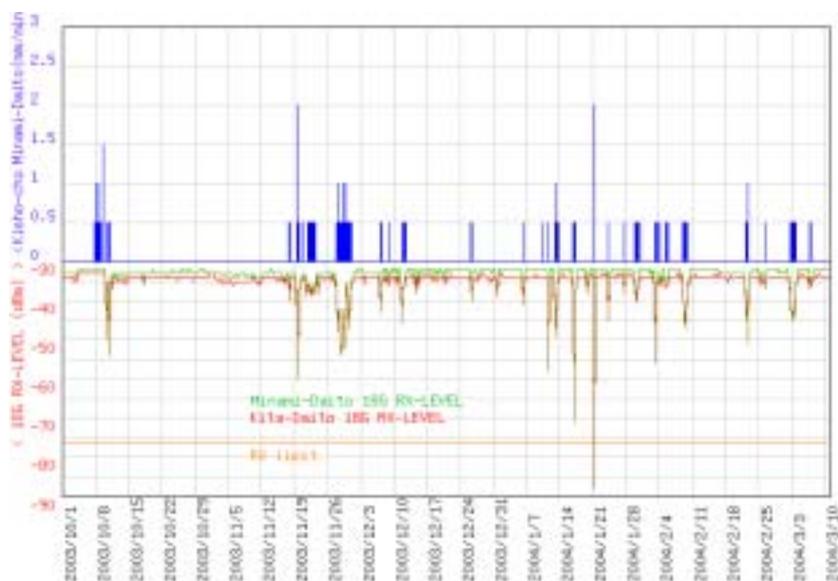


図 2.2.3 時間経過グラフ (気象台 降雨強度 / 受信レベル)
測定期間 平成 15 年 10 月 1 日 ~ 平成 16 年 3 月 10 日

上記のグラフより、全般的には降雨時に受信レベルが低下しているのがわかる。ちなみに、(a)、(b)では降雨が記録されていないが、これはこの期間測定サーバが不良となり降雨強度情報が取れなかった部分である。この点以外では、降雨時の受信レベルの低下が記録されている為に、これらの受信レベルの低下はマルチパスによるレベル低下では無く降雨による減衰と考えることができる。

(2) 強雨日の降雨強度対受信レベル

今回の試験期間中に唯一回線断に至ったのが、平成 16 年 1 月 21 日である。その間の時間は 247 秒間 (約 5 分) であった。

この日は北大東局で、最大 2.4 mm / 分の降雨強度が記録されておりかなり強い雨が降っていたことがわかる。この平成 16 年 1 月 21 日の測定結果を、図 2.2.4 ~ 図 2.2.6 に示す。順番に北大東局、南大東局、気象台の降雨強度に対する受信レベルである。

() 北大東局 降雨強度

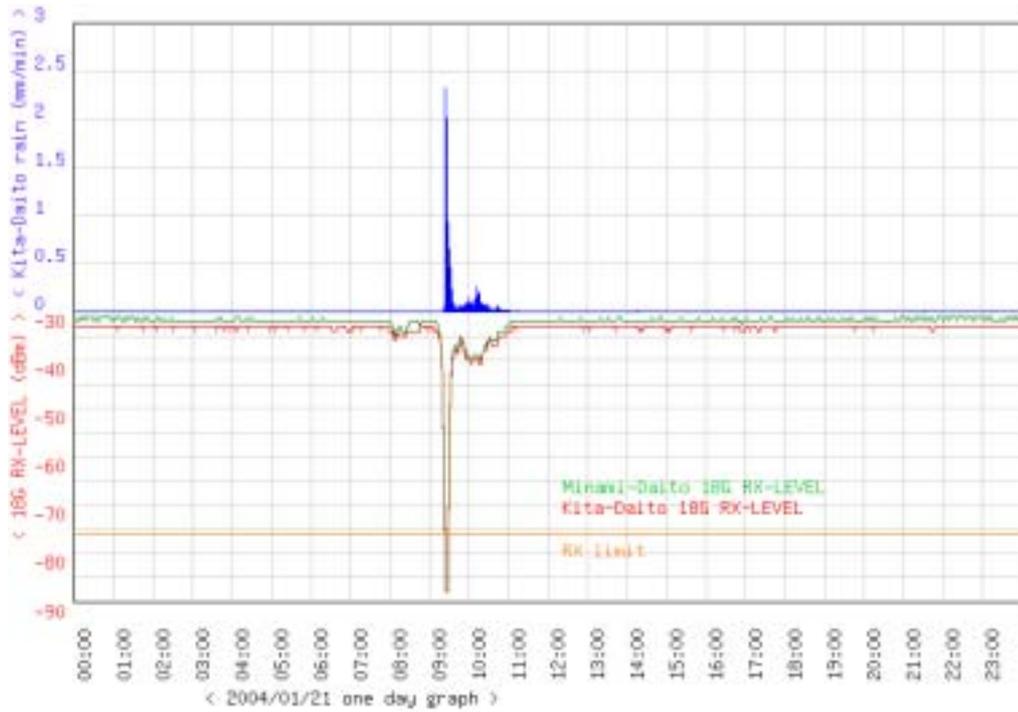


図 2.2.4 北大東局 1 分間降雨量 対 受信レベル

() 南大東局 降雨強度

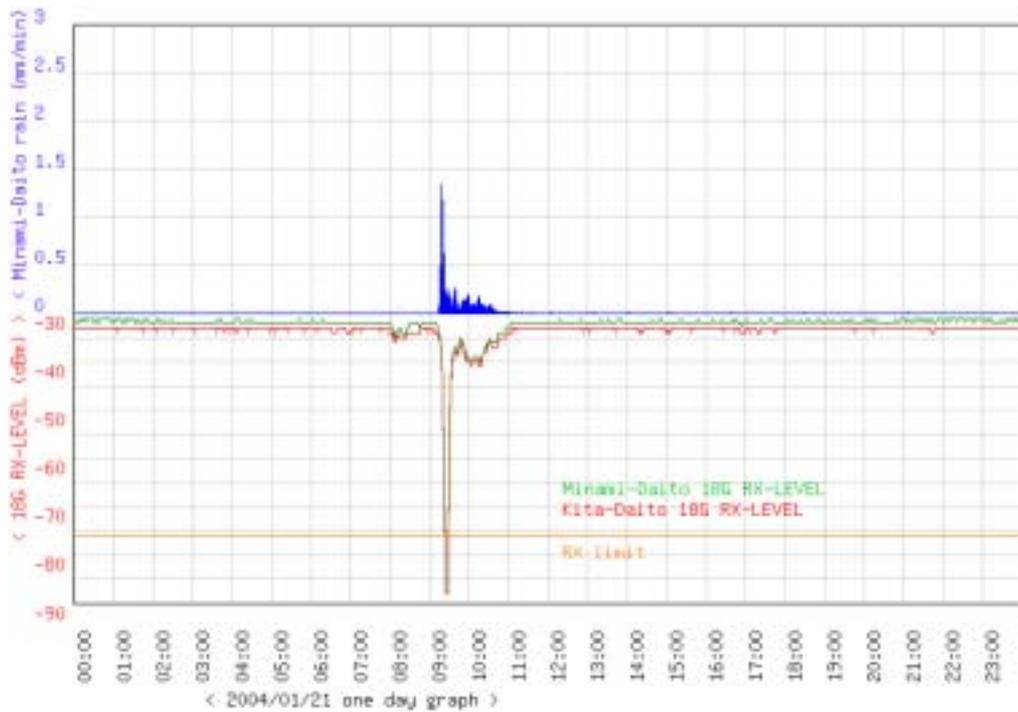


図 2.2.5 南大東局 1 分間降雨量 対 受信レベル

() 气象台 降雨強度

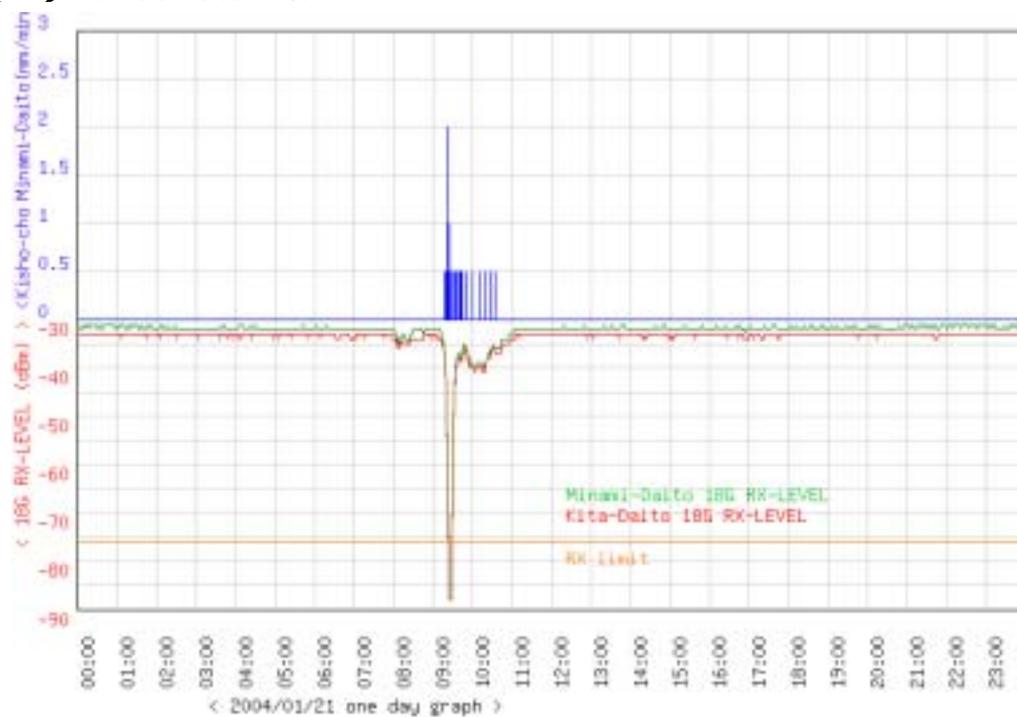


図 2.2.6 气象台 1 分間降雨量 対 受信レベル

(3) 誤り率

試験期間中の誤り率の変化を図 2.2.7 に示す。前述の通り、平成 16 年 1 月 21 日に回線断が記録されている。

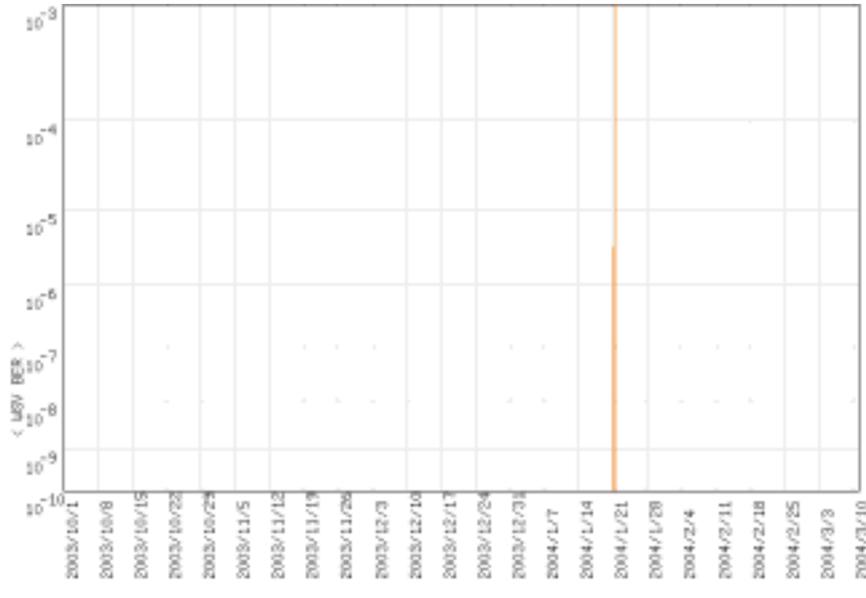


図 2.2.7 時間経過グラフ (誤り率)
測定期間 平成 15 年 10 月 1 日 ~ 平成 16 年 3 月 10 日

図 2.2.8 に、エラーが発生した平成 16 年 1 月 21 日の誤り率の時間経過を示す。

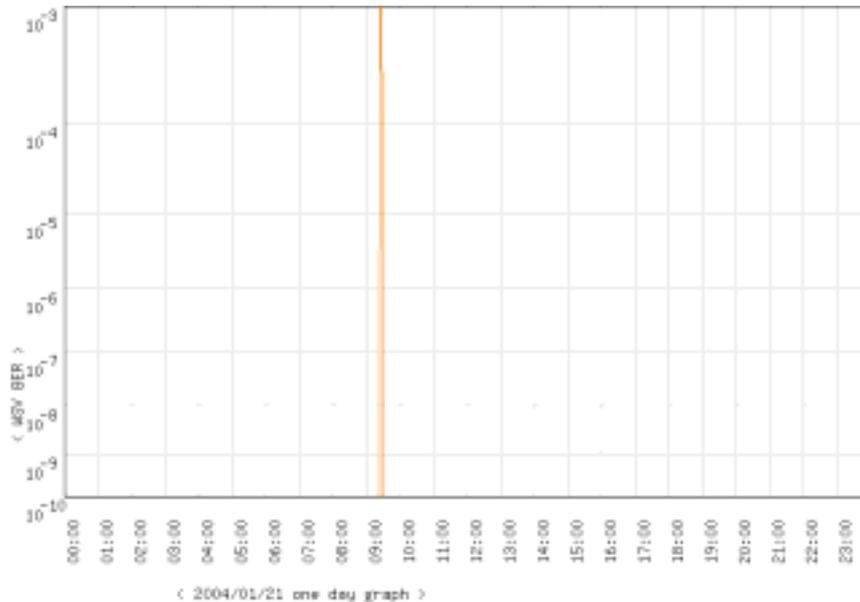


図 2.2.8 平成 16 年 1 月 21 日の時間経過グラフ (誤り率)

この結果、回線断に至った時間 (247 秒 = 5 分として計算) より、本試験期間中の回線稼働率は 99.998% (断確率は 0.002%) である。

(4) 送信出力の変動分布

図 2.2.9、図 2.2.10 に、試験期間中における南北大東局の送信出力の累積分布を示す。

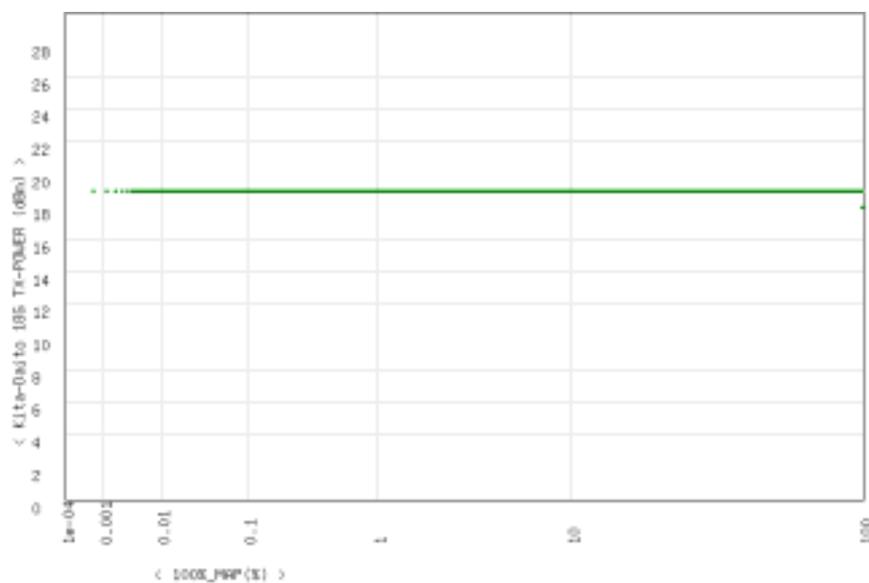


図 2.2.9 北大東局 送信出力（累積分布）

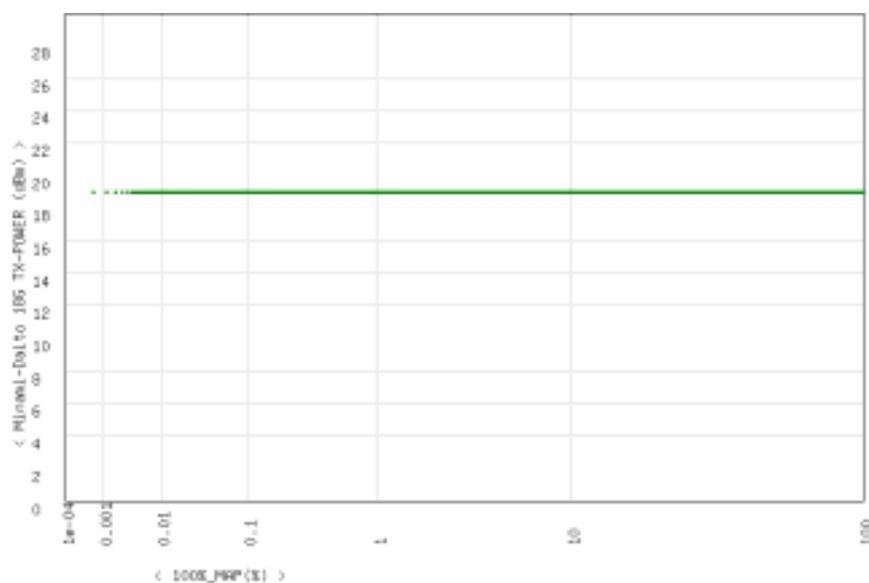


図 2.2.10 南大東局 送信出力（累積分布）

上記からもわかるように、試験期間中の送信出力は、ほぼ一定値であり、これより今回の測定値である各受信レベル低下量は、そのまま空間における減衰量と扱うことができる。

2.2.2 海面反射の測定結果

(1) 受信スペクトラム波形

測定波形を、図 2.2.11～図 2.2.12 に示す。

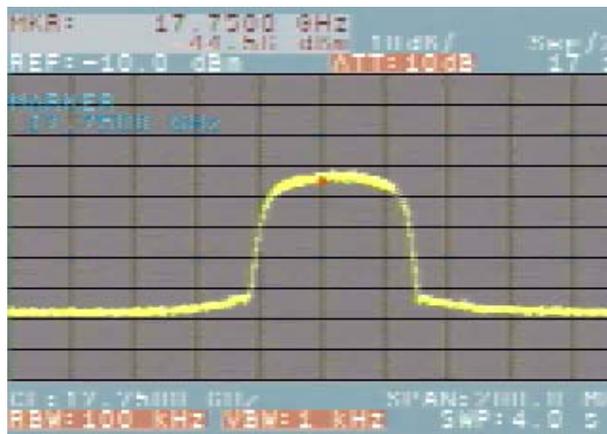


図 2.2.11 受信スペクトラム波形（帯域内）

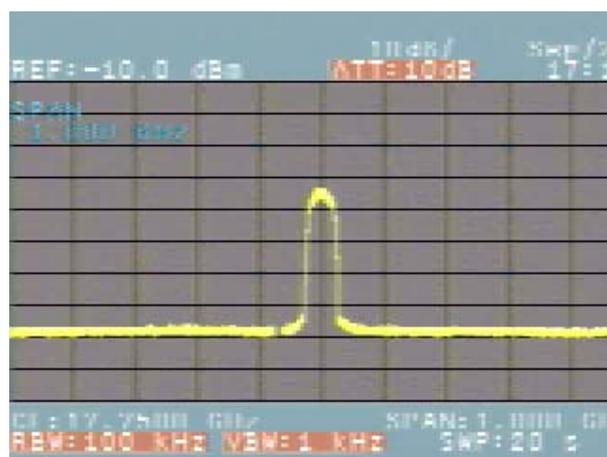


図 2.2.12 受信スペクトラム波形（広帯域）

測定日の天候は晴れである。測定は、約 2 時間継続して行ったが、その間に、波形歪みは確認されなかった。この結果より、平常時の本試験回線区間での海上反射による影響は少ないと考えられる。

2.2.3 スループット測定結果

スループット測定結果の一覧表を表 2.2.1～表 2.2.2 に示す。

表 2.2.1 スループット測定
(18GHz帯FWA単独区間)

測定箇所		内容	測定結果 (Mbps)				
南大東局	北大東局	FTP	72.8	80.0	78.9	75.6	81.2
		UDP	92.7	92.7	93.1	93.6	94.5
 上り回線							
南大東局	北大東局	FTP	80.0	80.0	81.0	79.8	81.5
		UDP	93.5	95.2	94.2	94.6	95.5
 下り回線							

表 2.2.2 スループット測定
(18GHz帯FWA～5GHz帯FWA接続区間)

測定箇所		内容	測定結果 (Mbps)				
南大東局	北大東村 役場	FTP	14.4	14.4	13.7	14.5	14.3
		UDP	20.1	19.2	20.6	20.2	20.2
 上り回線							
南大東局	北大東村 役場	FTP	15.2	15.3	14.5	15.0	14.5
		UDP	21.4	19.9	20.1	20.5	20.4
 下り回線							

スループットは、18GHz帯FWA単独区間では、約80～90Mbpsであり、5GHz帯FWAを含んだ区間においても、FTPで10Mbps以上を確保できることを確認できた。

第3章 インターネット接続の安定性の検証

第3章 インターネット接続の安定性の検証

3.1 回線稼働率

1.8GHz帯FWAでは、電波法関係審査基準に基づいた回線設計を行う。各地域の降雨強度（0.0075%値1分間降雨量）と年間稼働率（年間で回線が使用できる時間率）から降雨マージンを算出している。

今回、測定結果から得られた降雨強度と回線稼働率（瞬断時間から算出）から、机上計算結果との比較を行う。

机上計算値

0.0075%値1分間降雨量 2.0mm/分

回線稼働率 99.88%

（約630分/年間の累積断時間）

試験期間中の測定結果

0.0075%値1分間降雨量 1.22mm/分（南大東局）

回線稼働率 99.997%

南大東局の測定結果から、0.0075%値を1.22mm/分とし、その時の累積瞬断時間を計算したものが図3.1.1である。

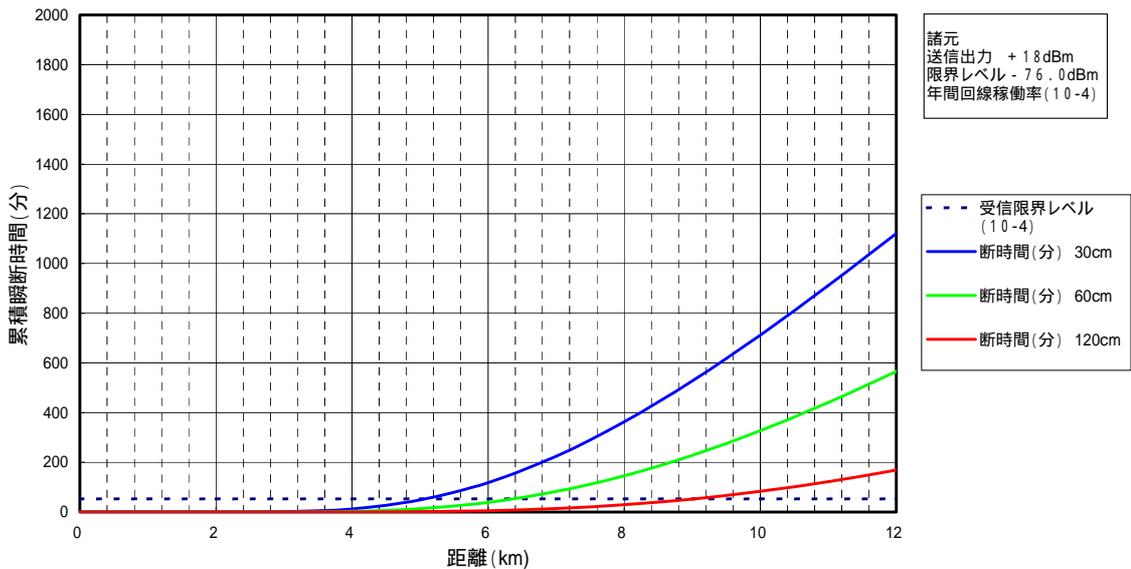


図 3.1.1 伝送距離 対 年間不稼働率（南大東局 降雨量）

このグラフより1.22mm/分時の11km時の累積瞬断時間を求めると約49分(年間110分×162日/365日)であり、実測値(約5分の瞬断時間)の方が良い値となった。ちなみに162日は試験期間の日数である。

ただし、現在の回線設計手法のもとになっているデータは、7～9月の強雨期3ヶ月における降雨データならびに特性が基になっており、回線の評価は年間を通じての測定を実施し、その結果による評価を行うことが望ましい。

3.2 降雨減衰に対する評価

今回取得したデータから、18GHz帯FWA使用に関する評価を行う。

以下のグラフを作成するにあたり、各データを全て1分間データに再整理する。このとき、受信レベルは1分間の最小値、降雨強度と誤り率は最大値を採用している。

3.2.1 受信レベルの検証

試験期間中の降雨強度と受信レベル及び誤り率の累積分布グラフを示す。

(1) 受信レベル 累積分布グラフ

図3.2.1に、北大東局 受信レベルの累積分布(0～100%)を示す。

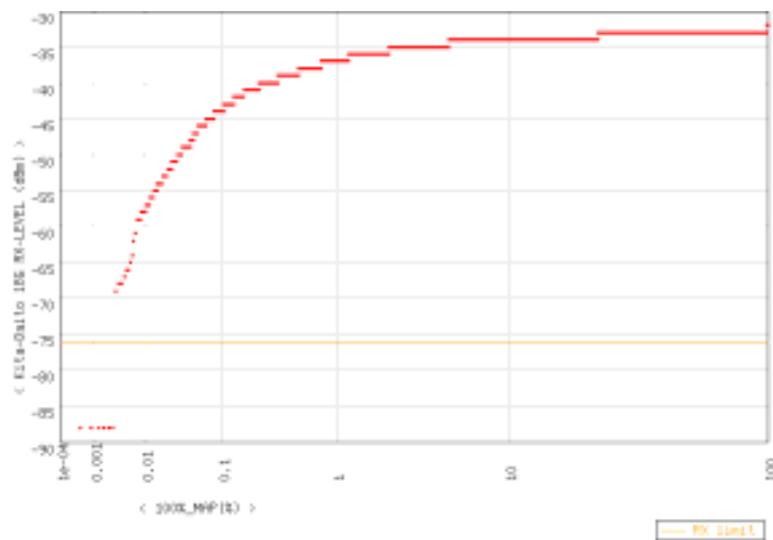


図3.2.1 北大東局 受信レベル 累積分布(0～100%)

試験期間中に北大東局の受信レベルが-76dBmを下回ったのは、0.003%未満(回線稼働率は99.997%)である。

3.1項で求めた回線稼働率99.998%とほぼ一致しており、回線稼働率断が受信レベルの低下により決まることがわかる。

同様に、図 3.2.2 に南大東局 受信レベルの累積分布を示す。
 受信レベルが -76 dBm 以下となる確率は、南大東局も北大東局と一致する。

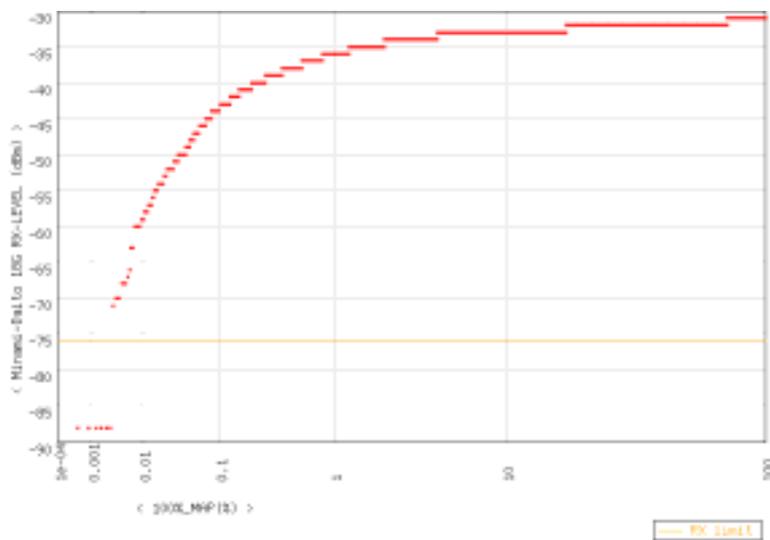


図 3.2.2 南大東局 受信レベル 累積分布 (0 ~ 100%)

(2) 受信レベル 相関グラフ

南大東局と北大東局の受信レベルが -76 dBm 以下となる確率が累積分布グラフで一致していることについて、おのこのの受信レベルの相関を示したのが、図 3.2.3 である。

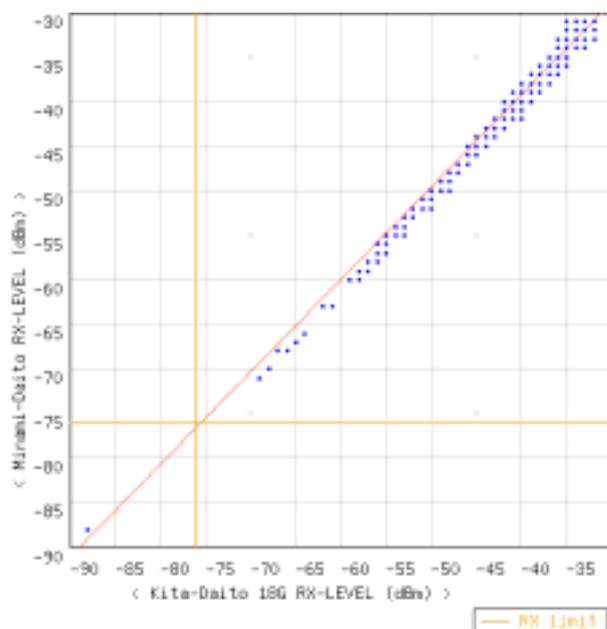


図 3.2.3 南大東局と北大東局 受信レベル相関グラフ

このグラフから、南大東局と北大東局の受信レベルの差異は± 2 d B程度であり、測定誤差の範囲と思われる。もし、本区間でノッチが発生しているとする、相関が低くなることから(周波数差によってノッチの周波数が異なるため)、マルチパスの影響はほとんど無いと考えられる。

3.2.2 降雨強度の検証

(1) 降雨強度の累積分布グラフ

図 3.2.4 ~ 図 3.2.6 に、北大東局、南大東局、南大東気象台の降雨強度の累積分布(0 ~ 100%)を示す。

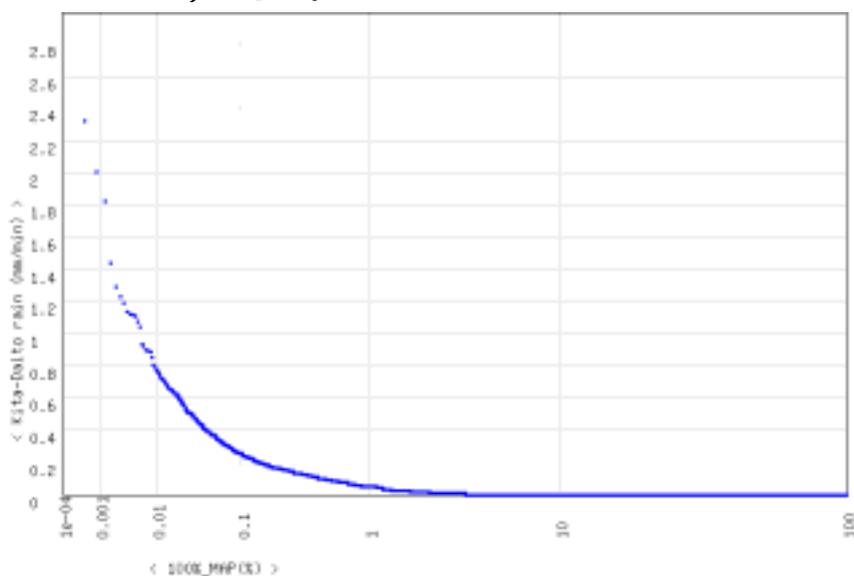


図 3.2.4 北大東局 1 分間降雨量 累積分布 (0 ~ 100%)

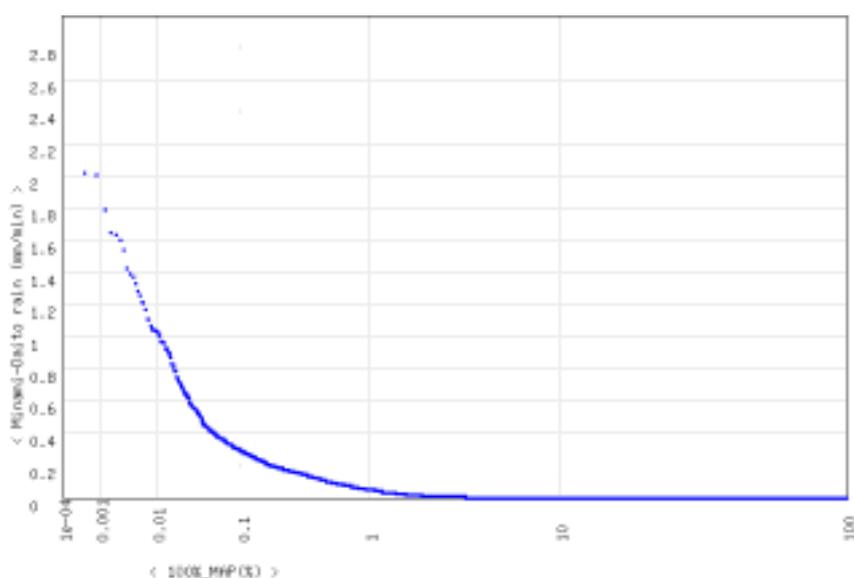


図 3.2.5 南大東局 1 分間降雨量 累積分布 (0 ~ 100%)

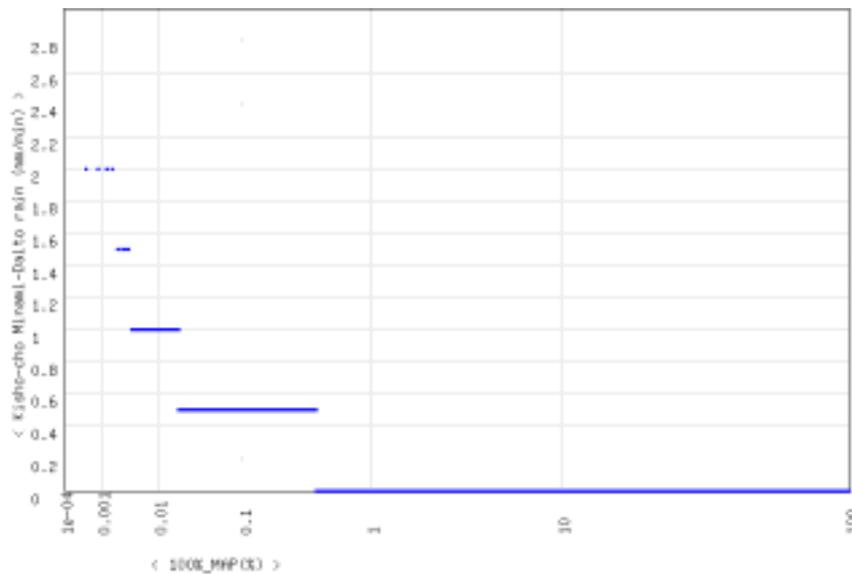


図 3.2.6 南大東気象台 1分間降雨量 累積分布 (0 ~ 100%)

測定結果から、各測定地点の1分間降雨量の0.0075%値は、以下の通りである。

0.0075%値	1分間降雨量
北大東局	0.90 mm / 分
南大東局	1.17 mm / 分
気象台	1.00 mm / 分

ただし、今回の試験期間(平成15年10月1日~平成16年3月10日)中が、比較的、雨の少ない時期と考えられるため、1年間を通じての評価が必要である。

(2) 強雨強度の相関グラフ

図 3.2.7 ~ 図 3.2.9 に、1分間降雨量に関する、北大東局、南大東局、南大東気象台相互の相関グラフを示す。

各測定地点での1分間降雨量測定値の相関は、かなり低いことが分かる。これは、各測定地点間が5 ~ 10 km離れていること、強い雨が降る強雨域が狭いことが挙げられる。

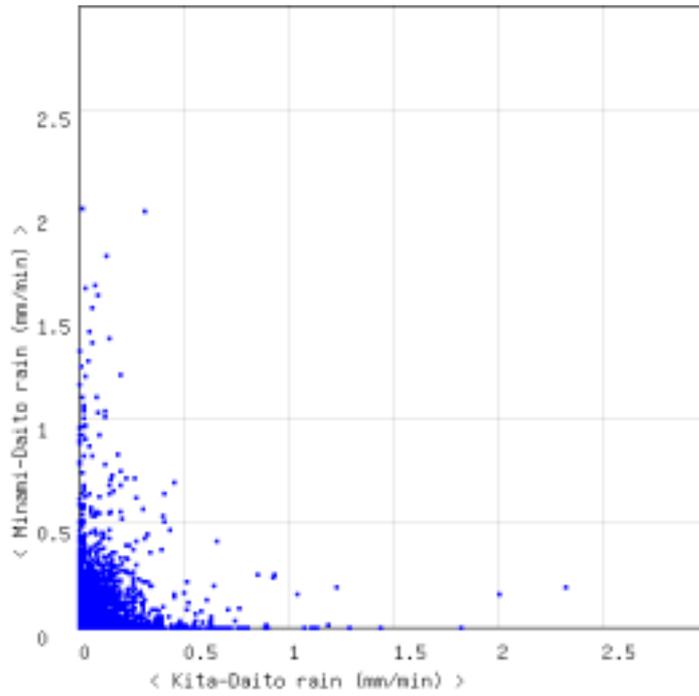


図 3.2.7 北大東局 対 南大東局

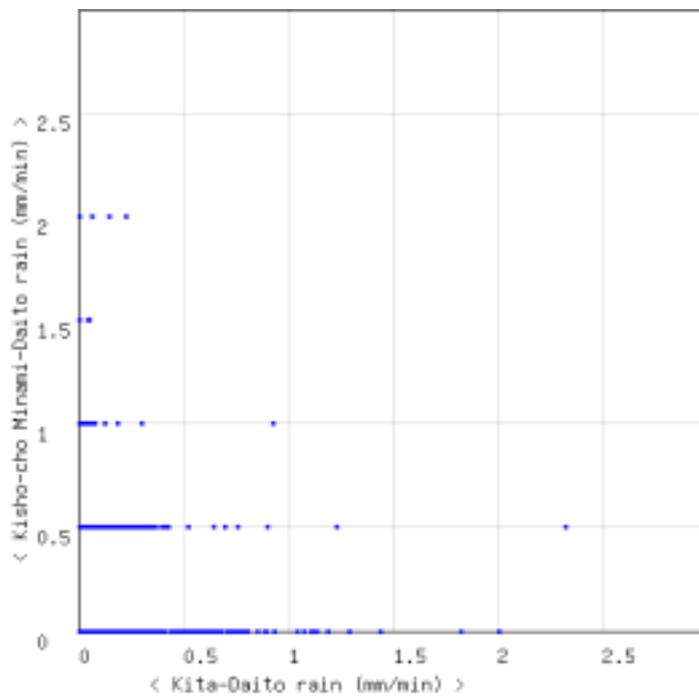


図 3.2.8 北大東局 対 南大東気象台

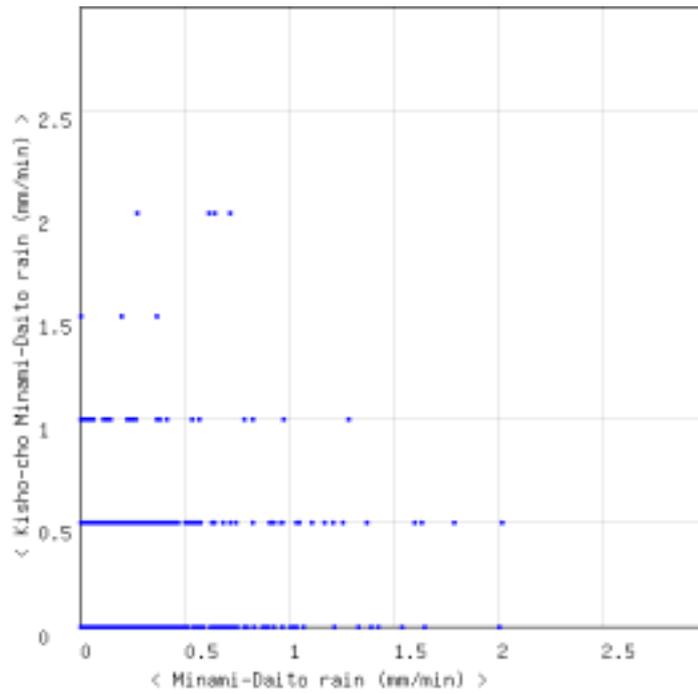


図 3.2.9 南大東局 対 南大東気象台

これと比較するために、1時間降雨量（1分間降雨量を1時間単位に積算）における相関を、同じように図 3.2.10～図 3.2.12 に示す。

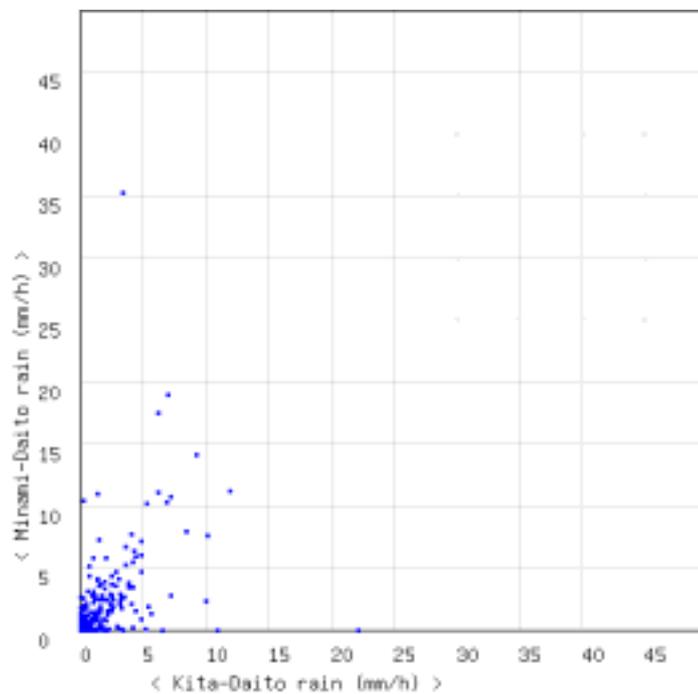


図 3.2.10 北大東局 対 南大東局

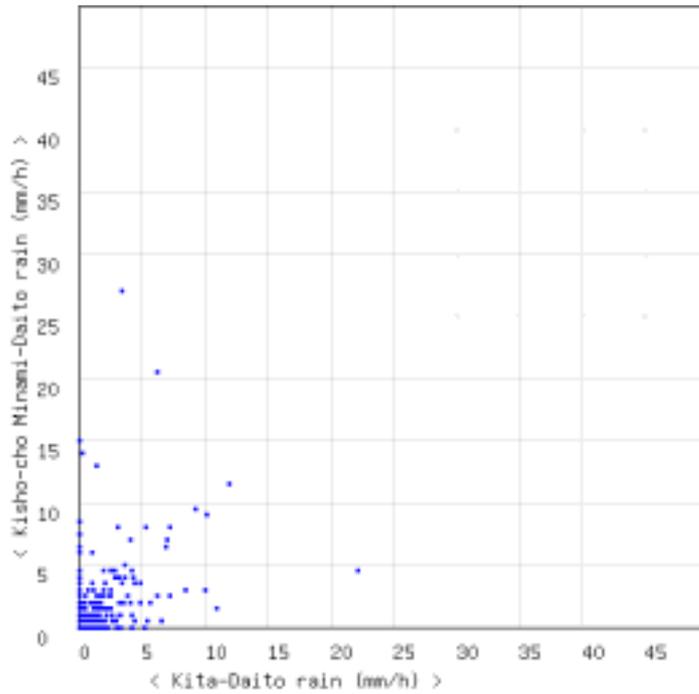


図 3.2.11 北大東局 対 南大東気象台

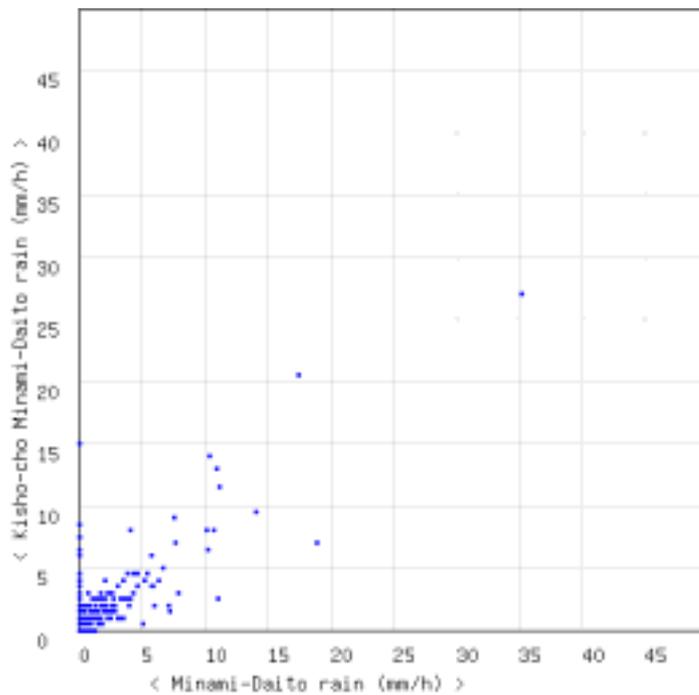
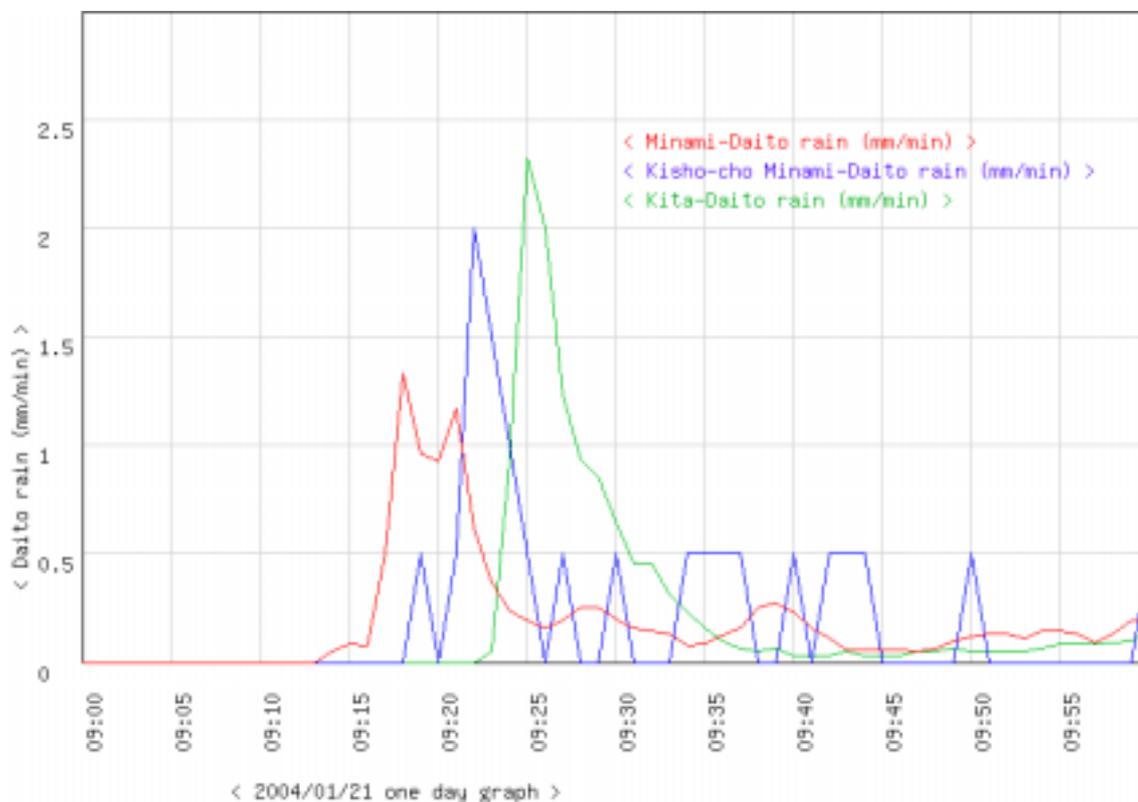


図 3.2.12 南大東局 対 南大東気象台

1 分間降雨量よりも 1 時間降雨量の方が、相関は高い。この結果は、各測定地点での総雨量はほぼ一致するものの、単位時間(例えば 1 分間)で見た場合には、雨が降っているエリアはかなり狭いということが予想される。

さらに検討のため、平成16年1月21日の降雨強度の時間経緯グラフを、図3.2.13に示す。



**図3.2.13 平成16年1月21日
降雨強度の時間経緯グラフ**

傾向として最も雨が強い強雨域は各地点同士で必ずしも一致していない。これを平成16年1月21日の気象データから補足する。

図3.2.14、図3.2.15に平成16年1月21日の気象データを示す。当日の天候は9時から10時の間に曇りから雨に変化している。同時に風向きも「南」から「北北西」に変化している。これより強雨雲は北から流れてきたと予想される。図3.2.13ではほぼ同じ時間帯に強雨が集中している。しかしながら、北大東局と南大東局のピークの時間差はおおよそ7分間であり、両局の距離(11km)から時速94kmにも達することから、別の強雨雲であると考えられる。

	現地気圧	海面気圧	気温	相対湿度	風向	風速	降水量	日照時間
時刻	hPa	hPa		%		m/s	mm	時間
1時	1012.1	1014.5	12.9	86	南東	2.9	--	
2時	1011.6	1014	17.2	81	南東	4.2	--	
3時	1010.3	1012.7	17.7	81	南東	5.4	--	
4時	1009.8	1012.2	18.2	82	南南東	4.9	--	
5時	1008.3	1010.7	18.8	81	南南東	6.2	--	
6時	1007.8	1010.2	19.2	82	南南東	8.8	--	
7時	1007.7	1010.1	19.8	82	南南東	8.6	--	
8時	1007.7	1010	20.5	81	南	9	--	--
9時	1007.5	1009.8	20.6	84	南	10.3	0	--
10時	1009.9	1012.3	16.3	94	北北西	11.8	11.5	--
11時	1010.3	1012.7	15.8	87	北北西	10.1	2.5	--
12時	1010	1012.4	17.9	70	北	8.8	0	--
13時	1009.9	1012.3	17.6	75	北北西	8.7	--	0.5
14時	1009.5	1011.9	17	74	北西	8.6	0	--
15時	1009.9	1012.3	16.5	78	北北西	9.7	0	--
16時	1010.2	1012.6	16.7	75	北北西	7.9	0	--
17時	1011	1013.4	16	78	北北西	8.2	0	--
18時	1011.5	1013.9	15.8	73	北北西	7.5	0	--
19時	1012.1	1014.5	16.4	67	北西	8.8	--	
20時	1013	1015.4	16.2	62	北北西	9.7	0	
21時	1013.8	1016.2	15.9	59	北西	8.7	--	
22時	1013.8	1016.2	16	50	北西	7.9	--	
23時	1014.8	1017.2	15.8	57	北西	5.8	0	
24時	1014.6	1017	16.4	54	北西	8.4	0	

図 3.2.14 平成 16 年 1 月 21 日の気象データ

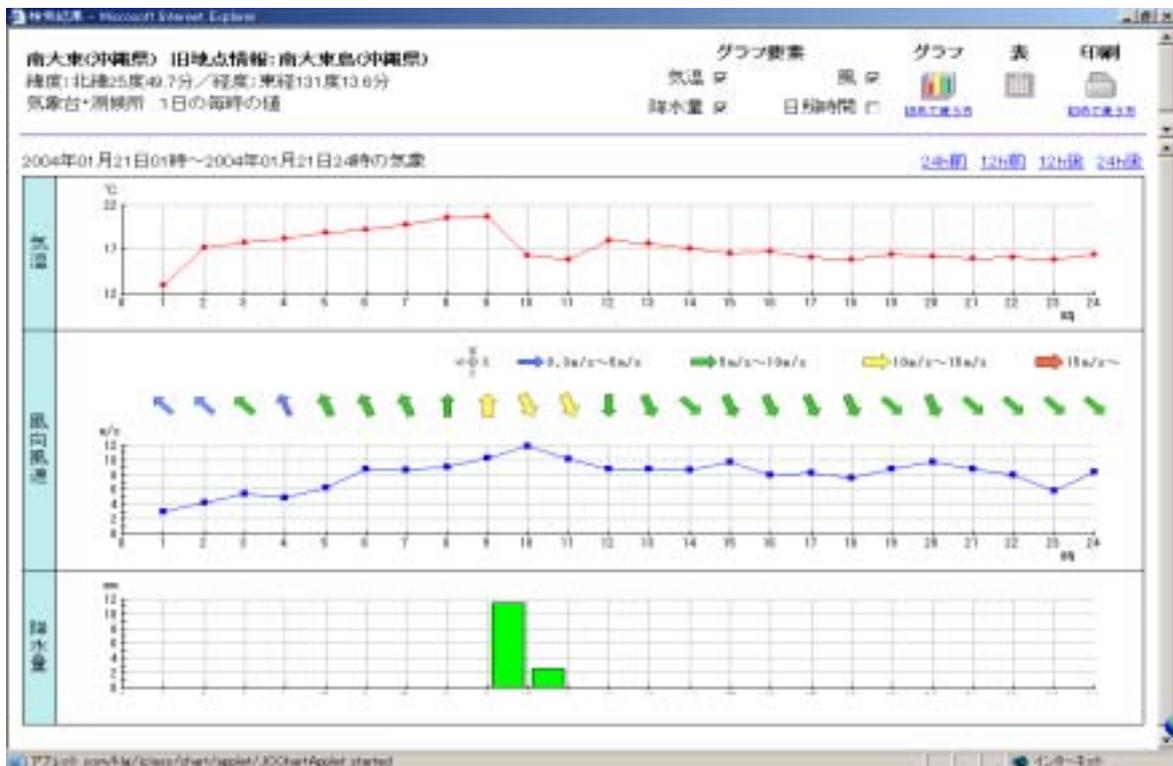


図 3.2.15 平成 16 年 1 月 21 日の気象データ (気温、風向風速、降水量)

3.2.3 誤り率の検証

図 3.2.16 に、誤り率の累積分布 (0 ~ 100 %) を示す。

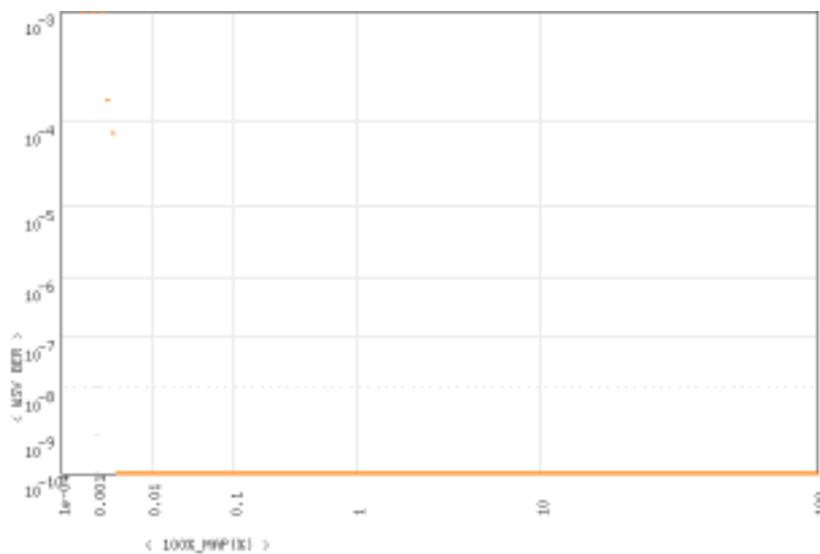


図 3.2.16 誤り率 累積分布 (0 ~ 100 %)

試験期間中に、エラーが発生した確率は、受信レベルが - 7 6 d B m を下回る確率と同じである。

3.2.4 受信レベルと降雨強度の相関

(1) 北大東局の受信レベルと降雨強度の相関

図 3.2.17 に、北大東局の受信レベルと北大東局の相関を示す。

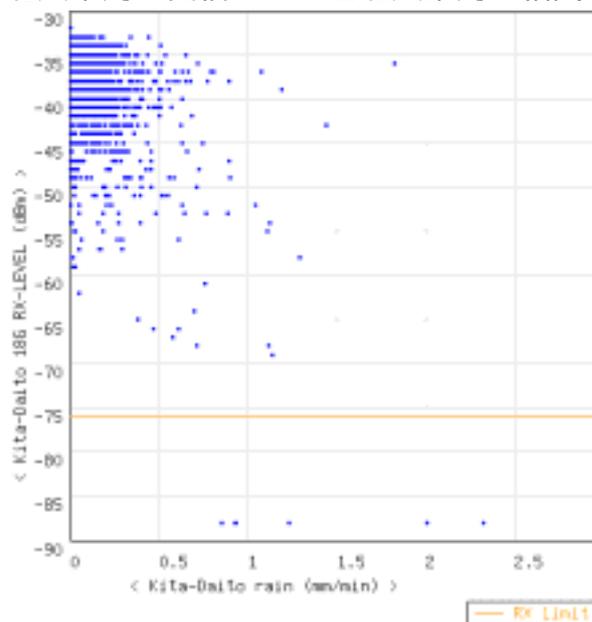


図 3.2.17 北大東局受信レベル 対 北大東局 1 分間降雨量

既に述べたように、必ずしも受信レベルが低下した時に、北大東局周辺で降雨があるとは限らない。南大東局、気象台との降雨強度との相関を示すことにする。図 3.2.18 に南大東局降雨強度、図 3.2.19 に気象台降雨強度との相関を示す。

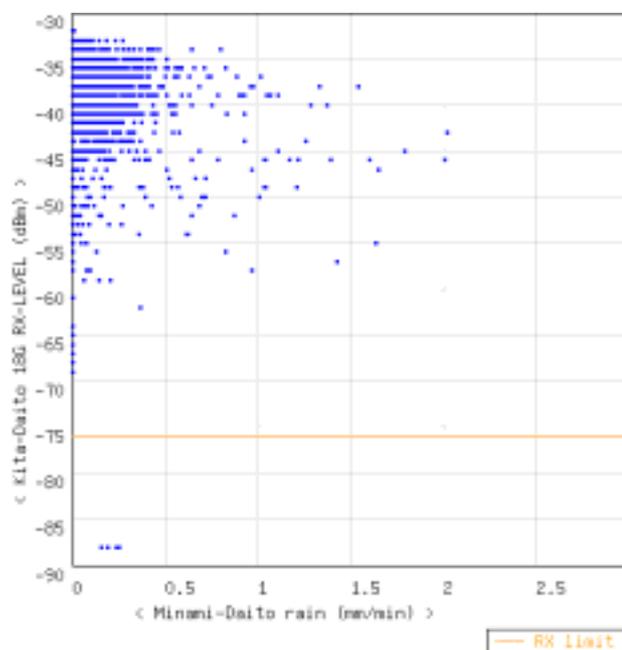


図 3.2.18 北大東局受信レベル 対 南大東局 1 分間降雨量

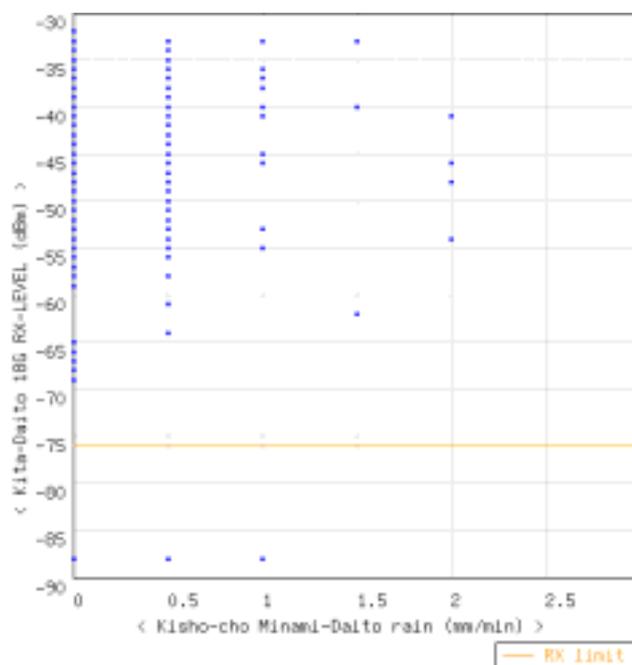


図 3.2.19 北大東局受信レベル 対 南大東気象台 1 分間降雨量

また、上記を含めて、北大東局の受信レベル / 降雨強度、南大東局の受信レベル / 降雨強度を相互に相関を取ったものを図 3.2.20 に示す。

これを見ると、ある地点の降雨強度が弱くても全体で見るとある程度の降雨強度が認められる。

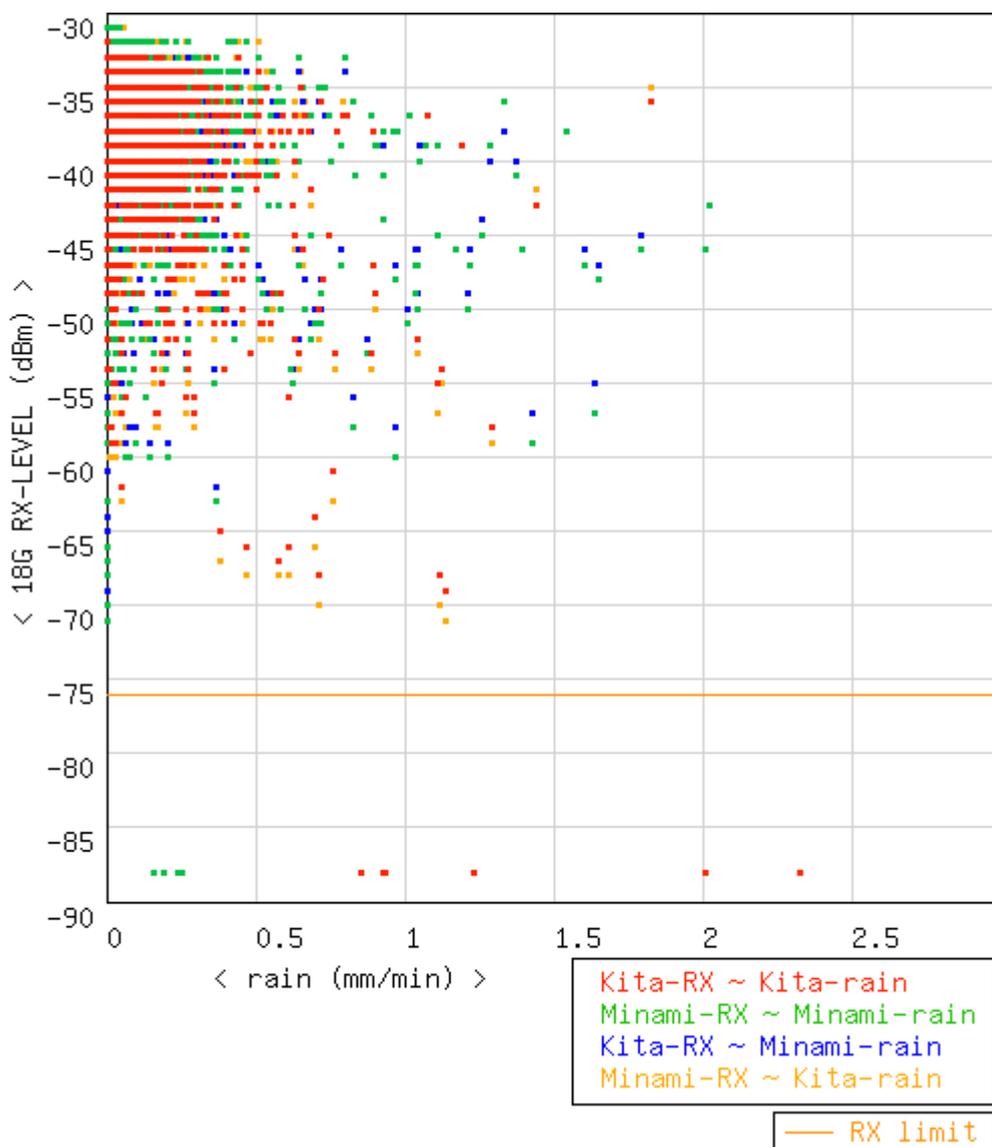


図 3.2.20 受信レベル 対 1 分間降雨量 相関 (全体合成)

表 3.2.1 ならびに図 3.2.21 に、0.0075% 値 1 分間降雨量から降雨減衰量を推定した結果を示す。

表 3.2.1 降雨強度（1 分間降雨量）と受信レベル（減衰量）

P%値 1分間 降雨量 (mm/分)	係数	係数	1kmあたりの 減衰量 (dB/km)	11kmでの減 衰量 (dB)	補正係数	補正係数	補正後の 減衰量 (dB)	実証試験回線 における P%値降雨時 の受信レベル (dBm)	備考
R_p		n	$\times R^n$ Z_p	$Z_p \times d$ $Z_p \times d$	K_p	C_p	$K_p \times C_p \times$ $Z_p \times d$ Z	$-33dBm - Z$ P_R	
0	5.75	1.073	0.0	0.0	0.773	0.957	0.0	-33.0	
0.5	5.75	1.073	2.7	30.1	0.773	0.957	22.2	-55.2	
0.6	5.75	1.073	3.3	36.6	0.773	0.957	27.0	-60.0	
0.7	5.75	1.073	3.9	43.1	0.773	0.957	31.9	-64.9	
0.8	5.75	1.073	4.5	49.8	0.773	0.957	36.8	-69.8	
0.89	5.75	1.073	5.1	55.8	0.773	0.957	41.3	-74.3	北大東局0.0075%
0.9	5.75	1.073	5.1	56.5	0.773	0.957	41.8	-74.8	
1	5.75	1.073	5.8	63.3	0.773	0.957	46.8	-79.8	
1.1	5.75	1.073	6.4	70.1	0.773	0.957	51.8	-84.8	南大東局0.0075%
1.2	5.75	1.073	7.0	76.9	0.773	0.957	56.9	-89.9	
1.3	5.75	1.073	7.6	83.8	0.773	0.957	62.0	-95.0	
1.4	5.75	1.073	8.3	90.8	0.773	0.957	67.1	-100.1	
1.5	5.75	1.073	8.9	97.7	0.773	0.957	72.3	-105.3	
1.6	5.75	1.073	9.5	104.7	0.773	0.957	77.5	-110.5	
1.7	5.75	1.073	10.2	111.8	0.773	0.957	82.7	-115.7	
1.8	5.75	1.073	10.8	118.8	0.773	0.957	87.9	-120.9	
1.9	5.75	1.073	11.4	125.9	0.773	0.957	93.2	-126.2	
2	5.75	1.073	12.1	133.1	0.773	0.957	98.4	-131.4	
2.1	5.75	1.073	12.7	140.2	0.773	0.957	103.7	-136.7	
2.2	5.75	1.073	13.4	147.4	0.773	0.957	109.0	-142.0	
2.3	5.75	1.073	14.1	154.6	0.773	0.957	114.4	-147.4	
2.4	5.75	1.073	14.7	161.8	0.773	0.957	119.7	-152.7	

上記は「降雨による電波の減衰量の推定に関する統計的研究（研究実用化報告第19巻第1号（1970）」に基づいて計算した。各係数については本文献の値をそのまま参照している。

降雨強度対受信レベル 計算値

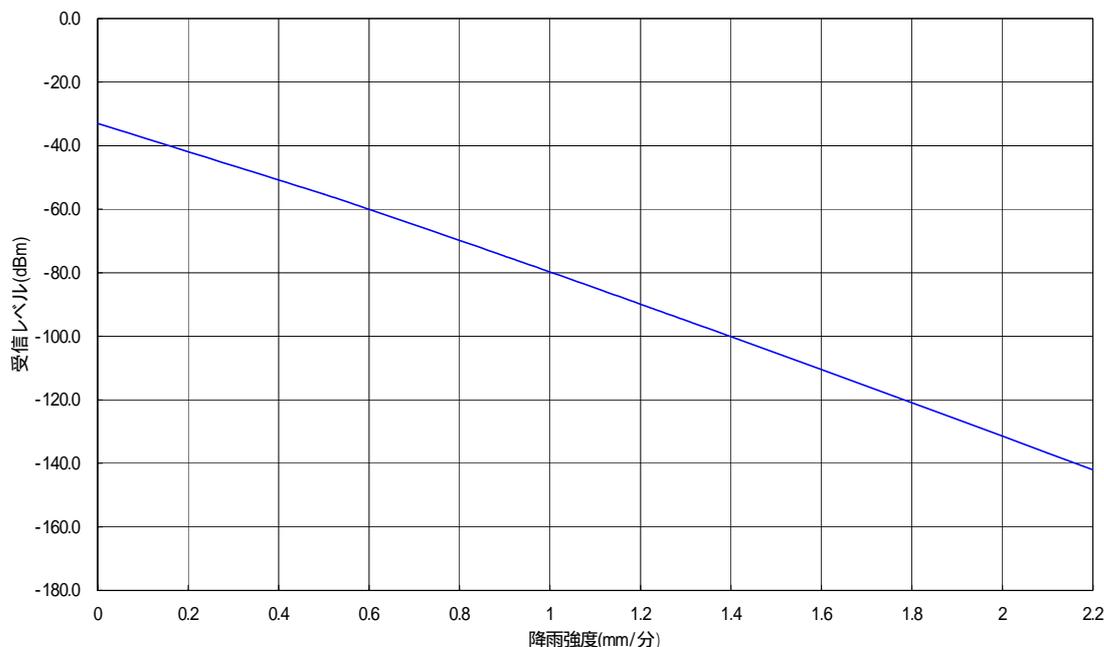


図 3.2.21 降雨強度 対 受信レベルの計算値

また、累積分布で並べ替えたデータを用いて、降雨強度、受信レベル低下とも変化量が多い順にデータを並べ替えたのが図 3.2.22 である。また、本グラフ中の赤線は図 3.2.21 を重ねたものである。

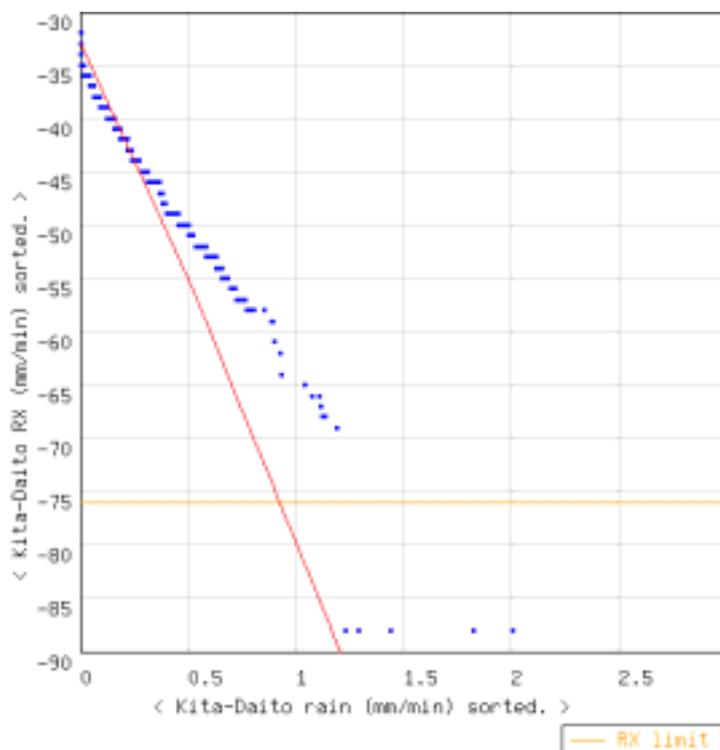


図 3.2.22 北大東局受信レベル 対 北大東局 1 分間降雨量
(累積分布に並べ替えたものの相関)

同様に図 3.2.23、図 3.2.24 に南大東局、気象台の降雨強度との相関を示す。これらのグラフから、受信レベルと降雨強度はかなり高い相関を得ることがわかる。以上の結果から、実際の降雨強度と受信レベルの相関にばらつきがあっても、降雨強度の累積確率から、受信レベルの低下量（降雨減衰量）を算出することで回線稼働率を求めても差し支えないと考える。

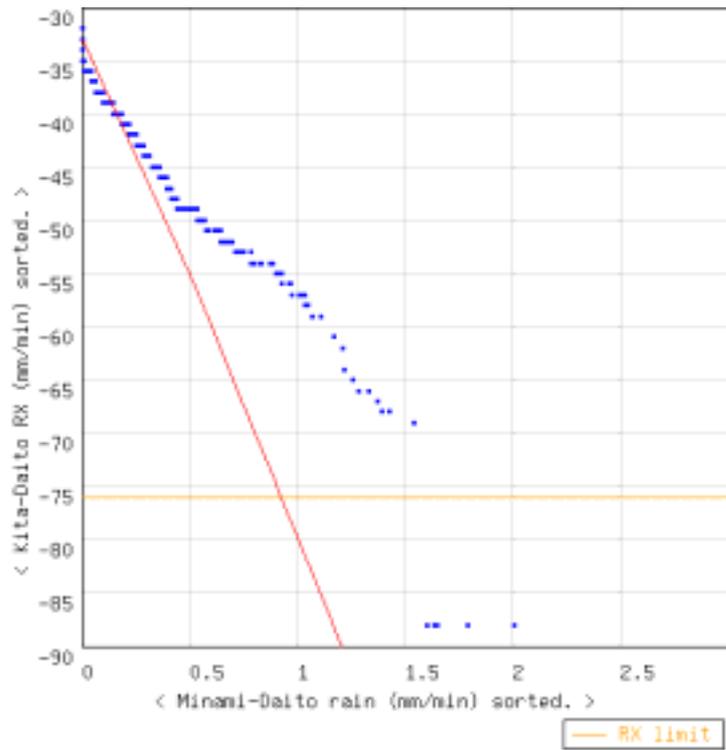


図 3.2.23 北大東局受信レベル 対 南大東局 1 分間降雨量
(累積分布に並べ替えたものの相関)

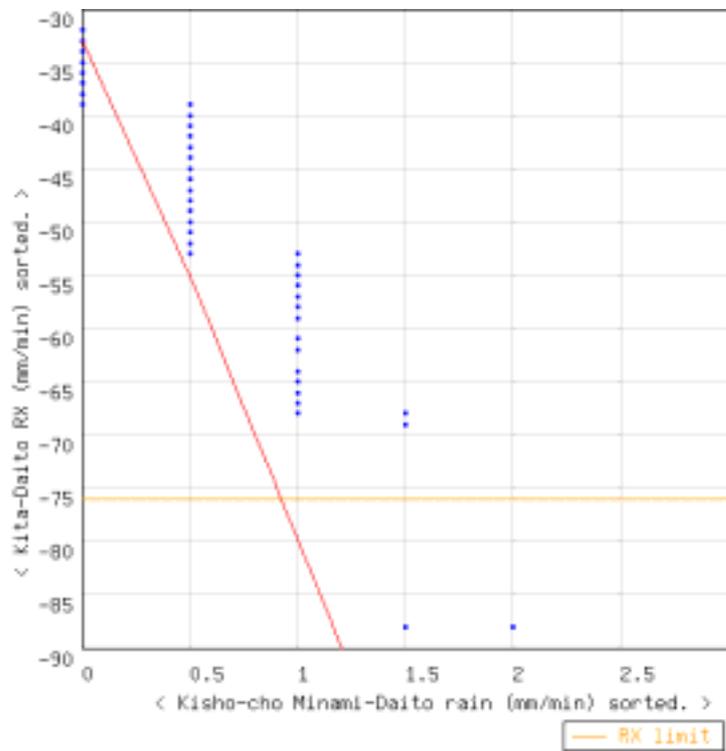


図 3.2.24 北大東局受信レベル 対 気象台 1 分間降雨量
(累積分布に並べ替えたものの相関)

以下、南大東局についても同様のグラフを示す。

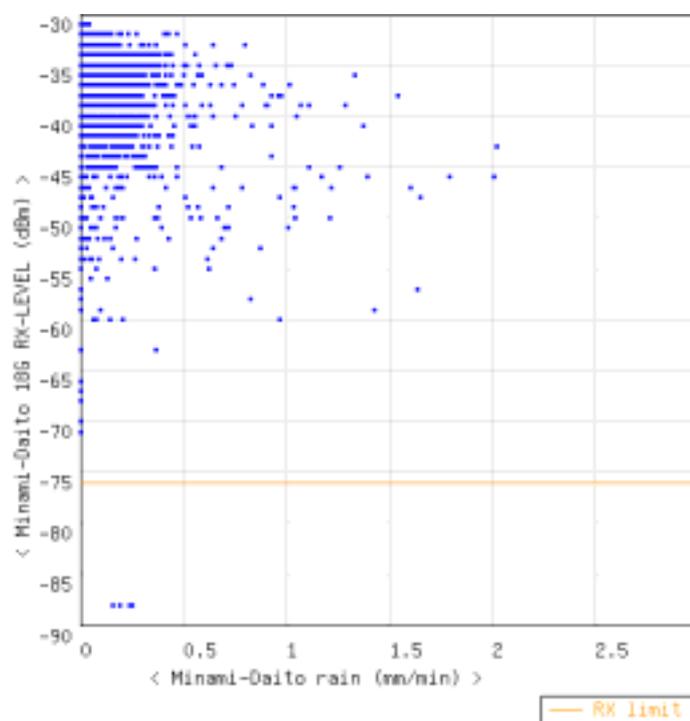


図 3.2.25 南大東局受信レベル 対 南大東局 1 分間降雨量

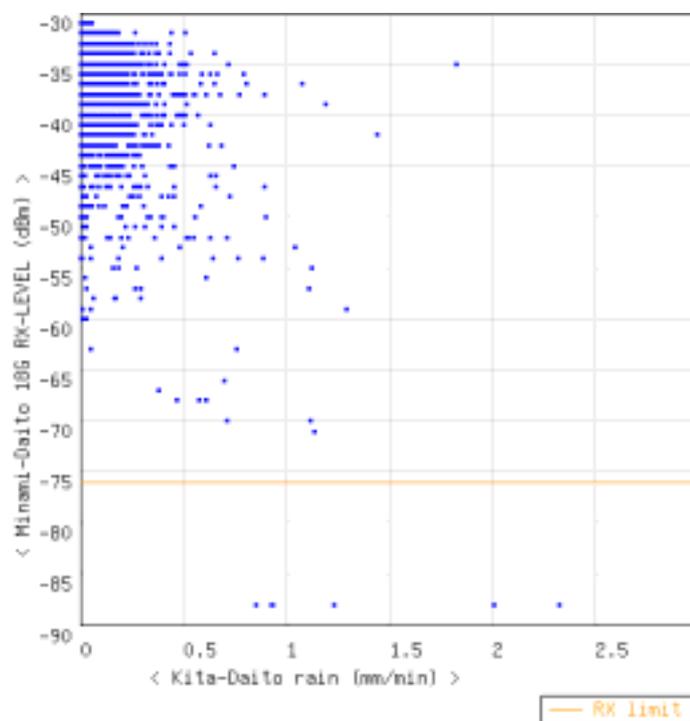


図 3.2.26 南大東局受信レベル 対 北大東局 1 分間降雨量

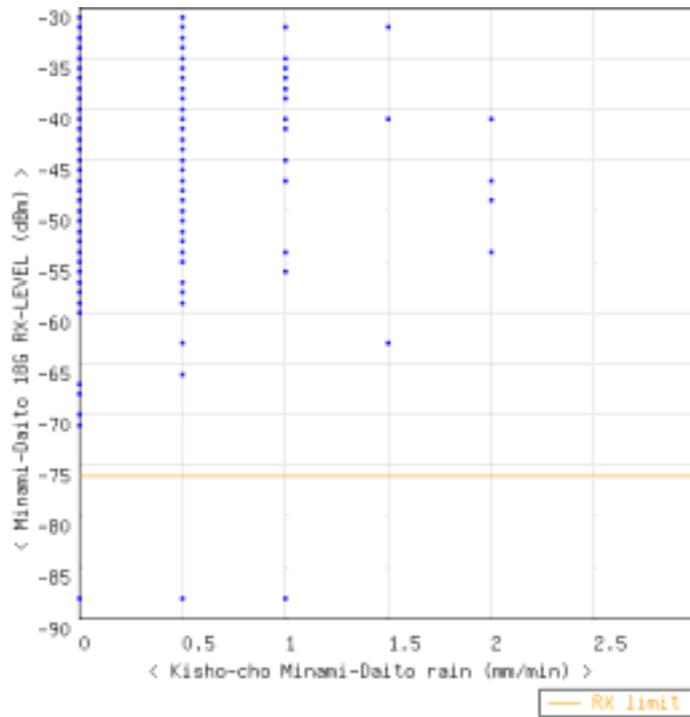


図 3.2.27 南大東局受信レベル 対 気象台 1 分間降雨量

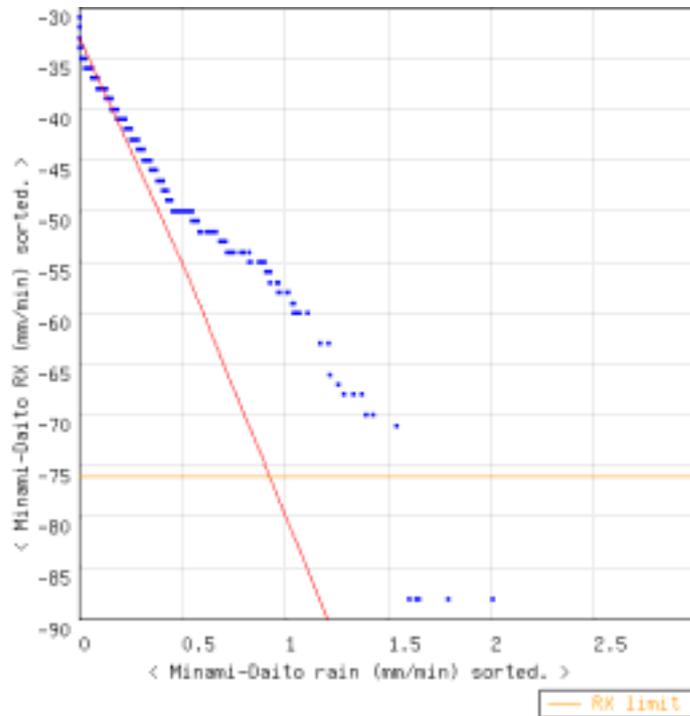


図 3.2.28 南大東局受信レベル 対 南大東局 1 分間降雨量
(累積分布に並べ替えたものの相関)

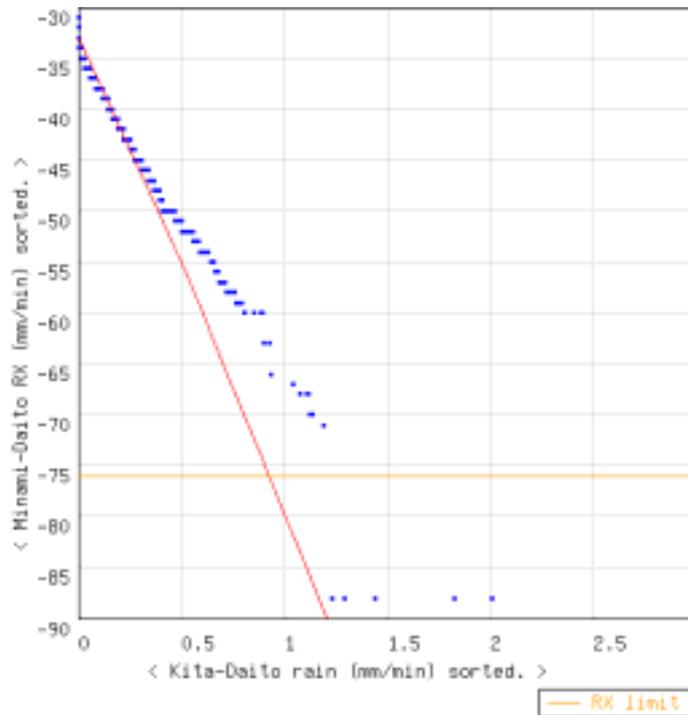


図 3.2.29 南大東局受信レベル 対 北大東局 1 分間降雨量
(累積分布に並べ替えたものの相関)

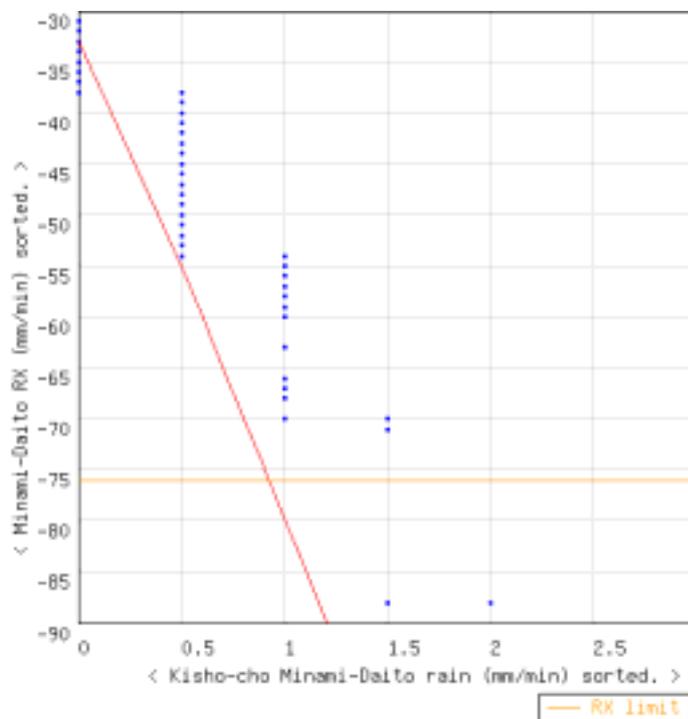
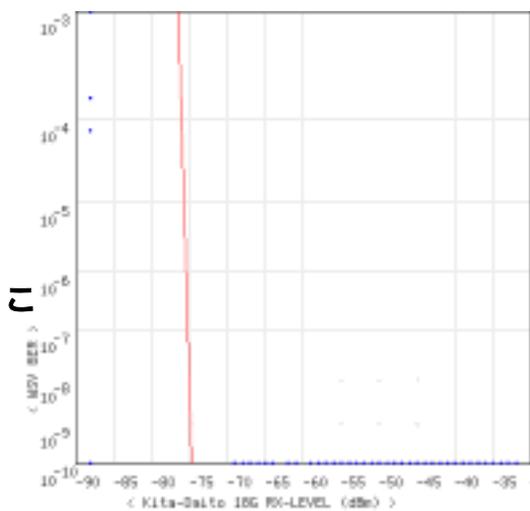


図 3.2.30 南大東局受信レベル 対 気象台 1 分間降雨量
(累積分布に並べ替えたものの相関)

3.2.5 受信レベル対誤り率

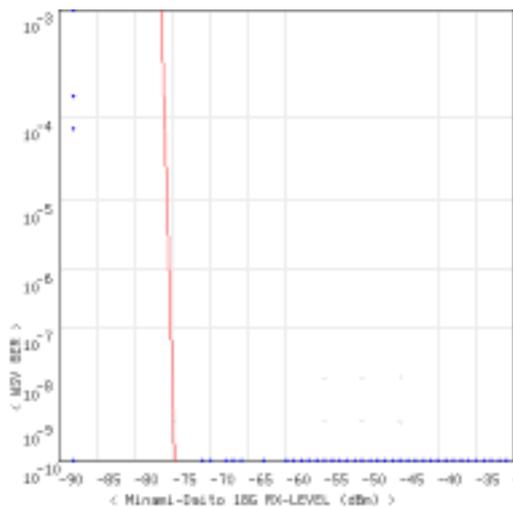
図 3.2.31、図 3.2.32 に、受信レベルと誤り率の相関グラフを示す。受信レベルと誤り率の関係は、工場検査時および設置時の対向試験による受信レベル対誤り率特性（9.1.1 試験設備仕様 図 9.1.4、図 9.1.5 参照）より推定できる。これを図 3.2.31、図 3.2.32 に実線で示す。

ただし、今回の測定ではこの特性に合致しないように見える。これは平常時（ノーマル）から回線断の受信レベルの範囲が 1 ~ 2 dB であること、強雨時の受信レベルの低下が急激なため、誤り率の計測が時間的に遅れること等が考えられる。



実線は 1.8 GHz 帯 FWA を現地に設置したときに測定したデータ
(図 9.1.4 による)

図 3.2.31 北大東局 受信レベル 対 誤り率



実線は 1.8 GHz 帯 FWA を現地に設置したときに測定したデータ
(図 9.1.5 による)

図 3.2.32 南大東局 受信レベル 対 誤り率

3.3 海上反射に対する評価

今回、試験を実施するにあたり、伝搬路が海上11kmであることから、水面の反射波によるマルチパスの影響が大きいと予想されていた。

受信波形のスペクトラム波形を測定した結果からは、ノッチは確認されなかった。また、受信レベルの測定結果からは降雨に関係無い受信レベルの低下は確認されていない。参考に図3.2.31、図3.2.32に雨が降っていない時間における受信レベルの低下を累積分布に整理した。これからも降雨時以外の受信レベル低下は確認されていない。従って、本試験区間のマルチパスフェージングによる影響は小さいものとする。

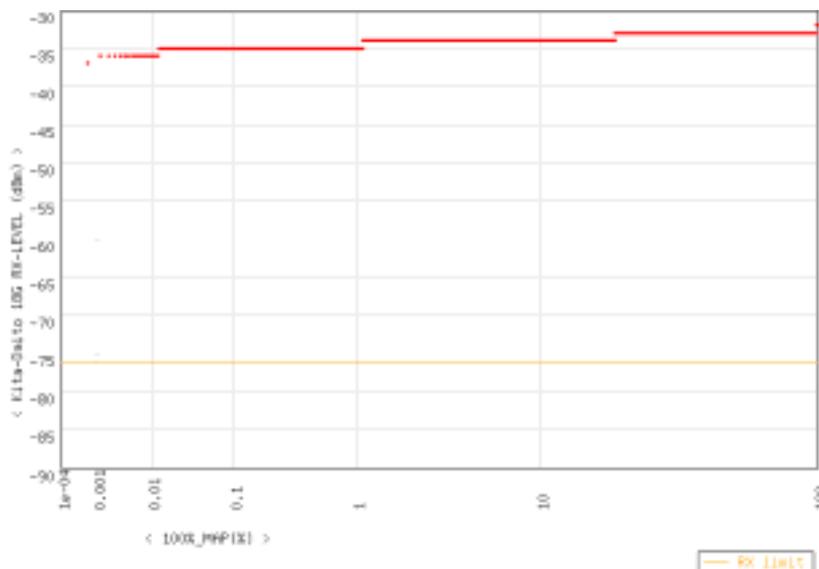


図 3.2.31 北大東局 受信レベル累積分布（降雨時を除く）

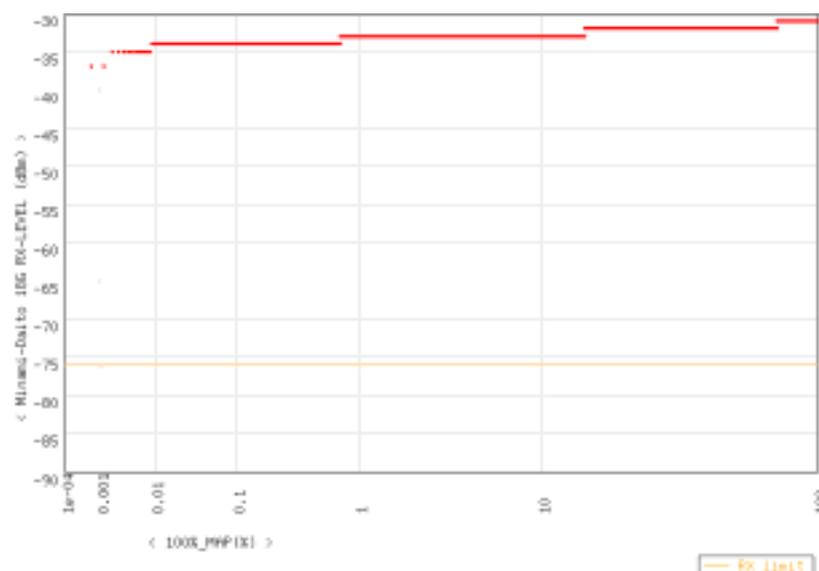


図 3.2.32 南大東局 受信レベル累積分布（降雨時を除く）

3.4 スループットに対する評価

18GHz帯FWA区間について、100BASE-TXのインターフェースを持つ機器を光ケーブルで接続して、スループットを測定した結果と遜色無い結果が得られた。

これにより18GHz帯FWAを使用しても、光ケーブルと等価のネットワークを構築することが出来る。また、無線ネットワークの特徴は、構築は期間が短く、費用が比較的安価であることもあげられる。

今回、試験を行った南北大東地区、および光ケーブルの整備が難しい地域におけるネットワーク構築の有効な手段である。

第4章 総合評価

第4章 総合評価

4.1 総合評価

今回の試験から得られた結果は以下の通りである。

試験期間中（平成15年10月1日～平成16年3月10日）の降雨強度、受信レベル、誤り率を図4.1.1、図4.1.2に示す。

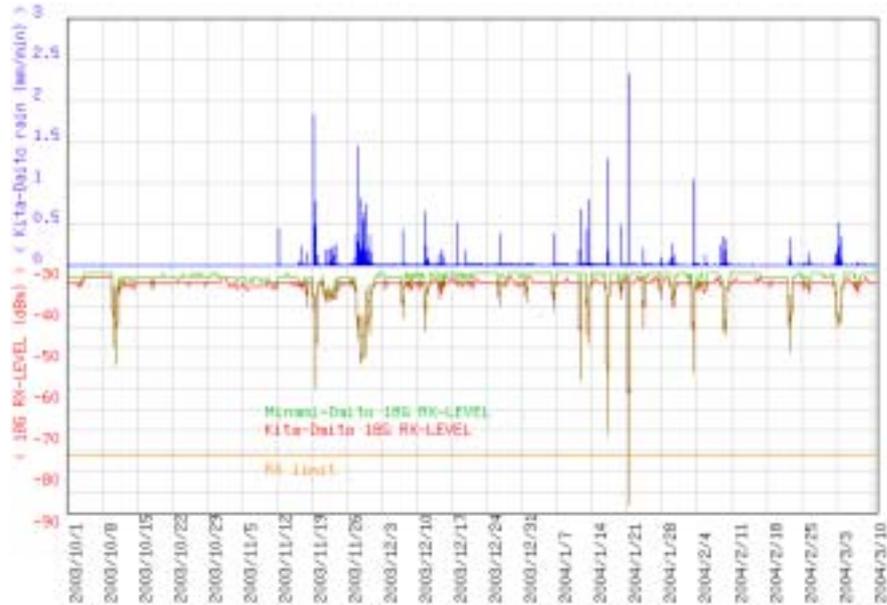


図 4.1.1 試験期間中の降雨強度対受信レベル
(北大東局降雨強度計の結果)

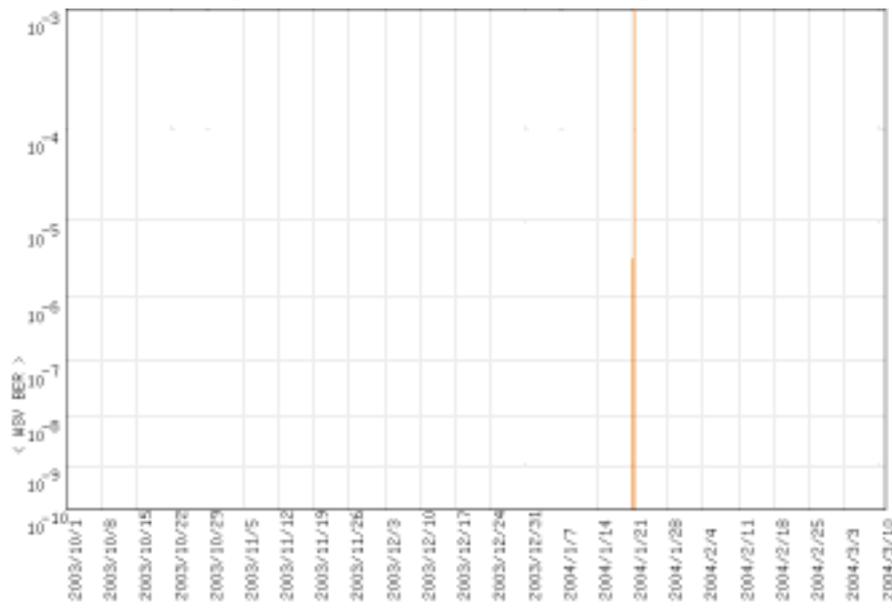
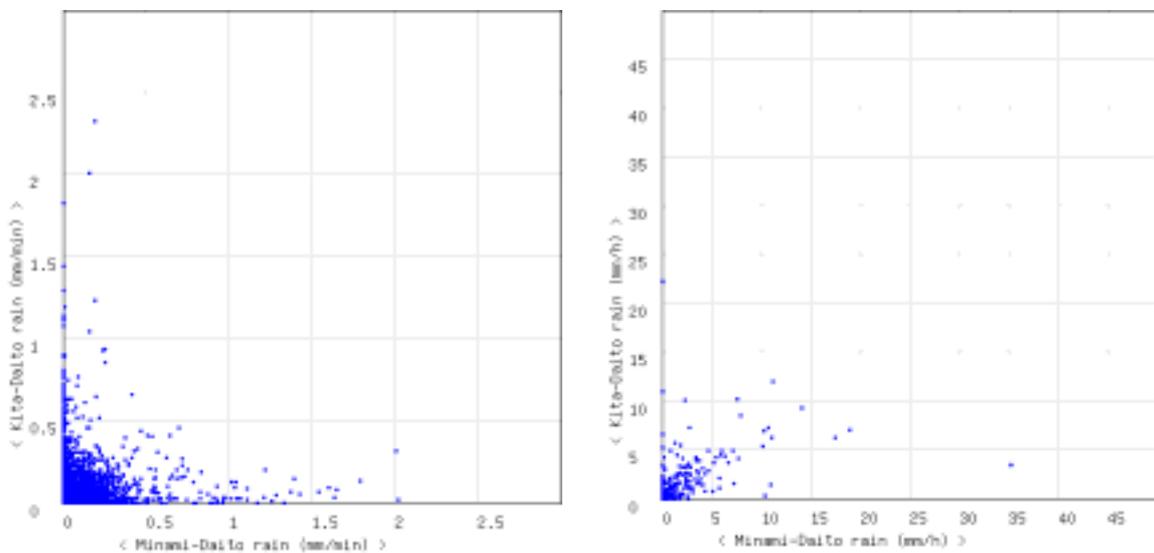


図 4.1.2 試験期間中の誤り率

試験期間中に回線へ影響があったのは、平成16年1月21日の降雨時に受信レベルが低下したことによる約5分間の回線断だけであった。これは試験期間の総時間(233,280分)に対し、0.002%にあたる。インターネットの使用においては、時間は短いため影響は軽微であった。

北大東局と南大東局で測定した1分間降雨量は、降雨強度が強い程、お互いの相関が低くなった(図4.1.3(a))。また、1時間単位で累積した1時間降雨量では逆に相関が高くなった(図4.1.3(b))。これより、南北大東地区の降雨は短い時間単位ではかなり強い雨が降るが、降雨範囲は狭く移動速度も早い傾向にある。



(a) 1分間降雨量の相関

(b) 1時間降雨量の相関

図4.1.3 降雨強度の相関(北大東局と南大東局)

反射の影響は本区間では認められなかった。

図 4.1.4 は受信波形を記録したものである。反射波によるノッチ現象は見られない。

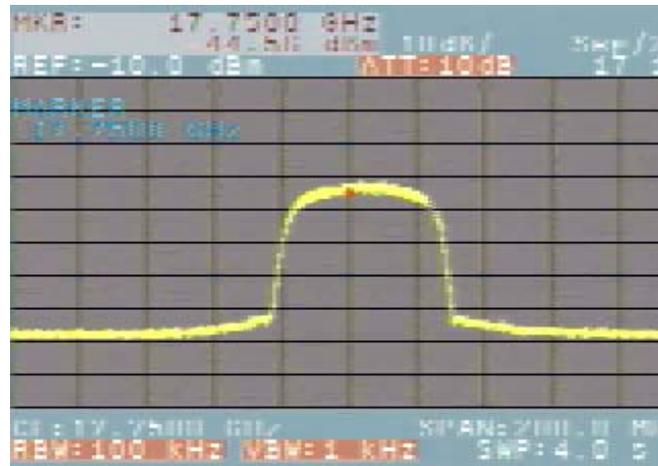


図 4.1.4 受信波形（南大東局）

試験全体では、回線稼働率も計算値より良好なデータを得ることが出来た。本試験結果は、南北大東地区の他、離島を多くかかえる沖縄県全体、および日本の各離島地域のインターネット整備に適用できるものとする。

第5章 実用化に向けた課題

第5章 実用化に向けた課題

5.1 降雨による回線断

18GHz帯は伝送速度に対する周波数(比帯域)が小さくなるため、大容量の伝送に適している。

しかしながら、今回の測定結果からもわかるように、18GHz帯FWAは、降雨量が一定レベルを超えると回線が切れる場合がある。

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。

回線設計においては必要最低限の回線稼働率が確保されるように設計する必要がある。更に、運用上においては、使用する住民への無線回線の特徴の啓発、あるいは回線断時におけるProxyサーバによる状況表示(ただいま、降雨により回線が切断しています等)を行うことにより、使用者の不安感や誤った理解(常にエラーが発生する等)を取り除くことも、無線ネットワークの普及に必要である。

今回の試験結果からも、インターネット環境に18GHz帯FWAを使用した場合のインターネット使用に対する影響は、年間全体で見ると軽微であると予想される。18GHz帯という周波数の特性をよく理解して使用戴ければ、ブロードバンド構築の有効な手段になると考える。

5.2 台風に耐える強度

18GHz帯FWAを設置する場合は、構造物として台風時に破損しないことなどの強風時に耐えられる設計が必要である。また、18GHz帯の電波は、指向性が鋭いため、強風によりアンテナが振れてしまうことで、回線断となる可能性が考えられる。特に今回使用した1.2mのパラボラアンテナは、半値角が0.9°と狭いため、アンテナの取り付け時には、十分留意する必要がある。

なお、今回のアンテナ設置時には、アンテナの触れ止め防止処置を行っている。

沖縄地域では90m/sの風速でも耐えられるような設計を行うことが推奨される。(本州では通常60m/sで設計)

5.3 塩害に対する対策

常に潮風にさらされる環境であり、塩害対策は必要である。今回、約5ヶ月の試験

期間であったが、既にアンテナ及び屋外装置にはかなり塩が付着していた。できるだけ長期間使用することを考えれば、特別に塩害対策を施すべきである。特に金属がむき出しになりやすいコネクタ部分等はモールド処理など、直接、潮風に当たる部分への対処が必要である。

第6章 アンケート調査

第6章 アンケート調査

これまでの結果により18GHz帯FWAの使用により、南北大東地区の接続に関しては一定の評価を得ることができた。これにより、18GHz帯FWAが、離島地域のインターネット環境の整備に役立つ可能性が高くなった。

地元自治体(北大東村)や住民の方が、実際にインターネット環境の整備について、どのように考えられているかアンケート方式によるニーズ調査を実施した。

6.1 アンケート調査

アンケート方式によるニーズ調査を以下の方法で実施した。

(1) 宿泊施設

宿泊施設に設置したインターネット閲覧端末は、宿泊される方や近隣住民が自由に使用できた。使用者にはインターネット整備に対する意見等をアンケートに記載して頂いた。試験期間中80件の有効回答を得た。

(2) 各施設

北大東村役場、JA、幼稚園、職員宅の各施設にインターネット閲覧端末を設置した。使用後に今回の試験に関する感想とインターネット環境整備に対する意見をアンケートした。アンケートには、19件の有効回答を得た。

(3) 住民調査

北大東村住民の方々には、今後のインターネット環境整備に関するご意見、要望などに関するアンケートを実施した。アンケートには49件の有効回答があった。これは北大東村民の約1割にあたる。

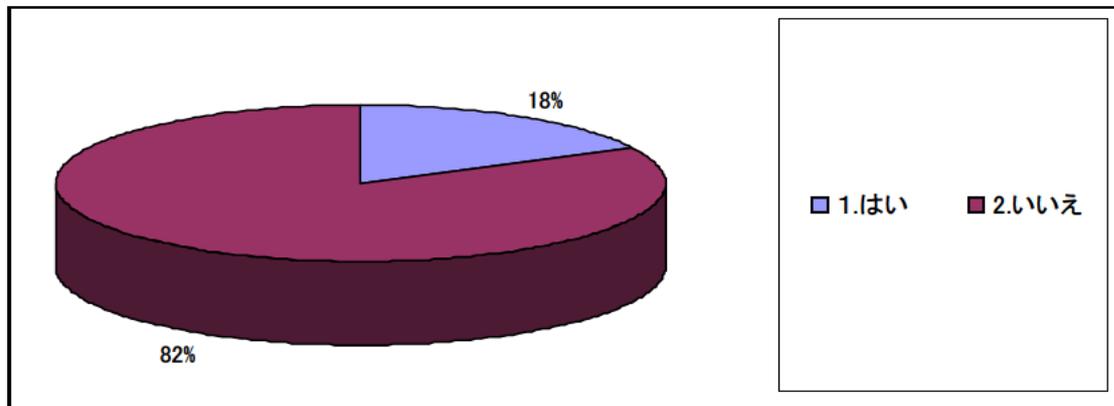
6.2 アンケート集計結果

(1) 宿泊施設 アンケート集計結果

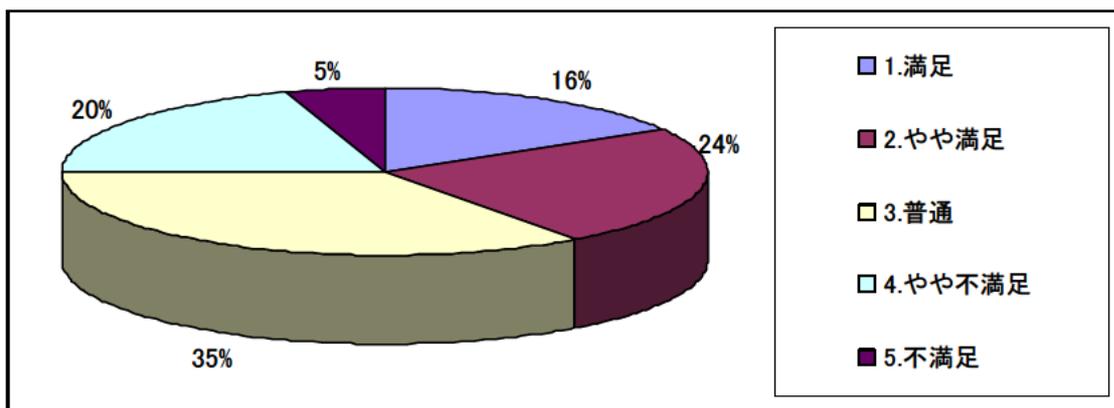
宿泊施設のハマユウ荘にて、インターネット閲覧端末をご使用頂いた約8割が、出張や観光での村外からの宿泊客である。利用内容は、航空会社の情報や、ニュース、天気予報などであり、Webメールを利用している方も約2割もいた。インターネット利用者の9割以上が、インターネット閲覧端末があっただけよかった、ぜひ継続して設置してほしいと回答した。また、同じようなインターネット閲覧端末の台数を増やしてほしいとの回答があった。

以下に、アンケート内容と集計結果をグラフに示す。

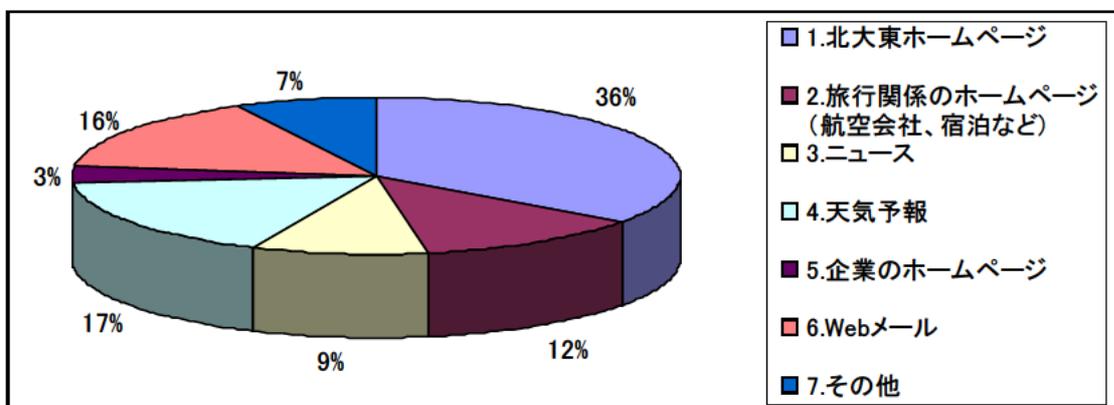
1. あなたは北大東島にお住まいですか？



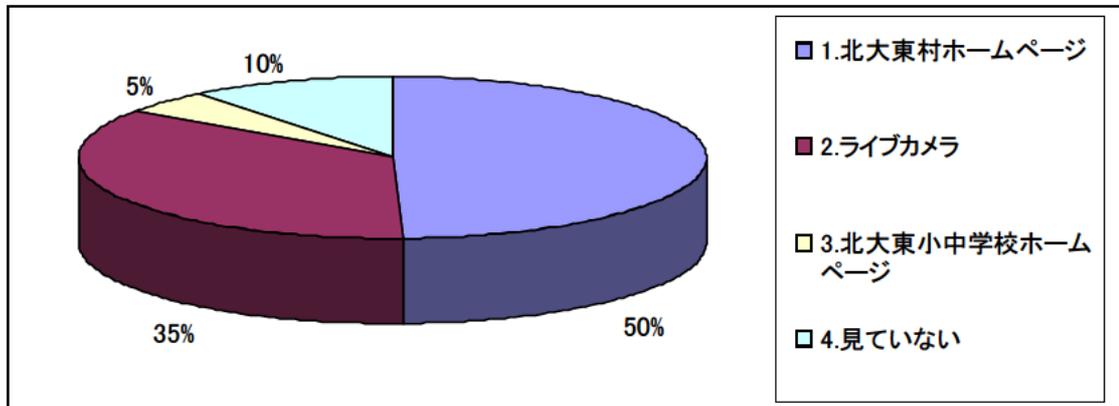
2. ホームページ閲覧のスピードはいかがですか？



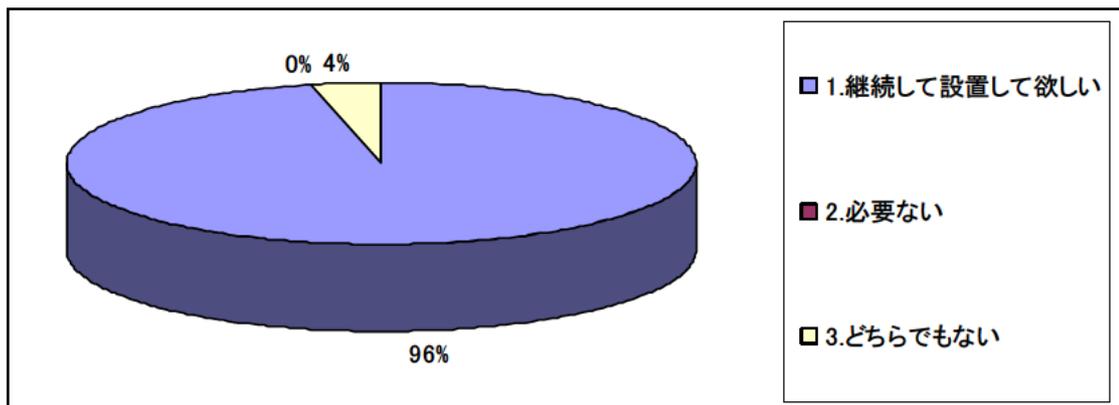
3. ご利用された内容を次の中から選んでください（複数回答）



4. 実証実験ホームページでご覧になったコンテンツを次の中から選んでください
(複数回答)



5. 本宿泊施設（ハマユウ荘）にこのようなインターネット端末があることについていかがですか？



6. その他、ご意見、ご感想があれば自由にお書き下さい

【使用用途】

- ・ 台風情報が観られるので、とても良い。
- ・ 出張に来てメール確認が出来るのは、これから必須のことと思います。
- ・ 携帯電話が通じなかったので、メールが使えて大変たすかりました。
- ・ 天気予報、メール、航空便の状況等、インターネットが利用できると大変助かりました。
- ・ 宿泊施設にインターネット環境があるのは便利と思います。
- ・ 島の観光がよくわかりました。
- ・ 出張者にとって足(航空機)の確保(予約)が重要であり、タイムリーに確認予約が出来て良い。

【速度】

- ・ 18GHzとか5GHzの無線通信を使用しても南大東島側が、INS64なので速度があまり出ていないように思えました。広帯域な無線を使用するのは画期的ですが、有線部分でボトルネックを作ってしまったらもったいないです。
- ・ 速度はBフレッツ並みになれば利用価値も高い。

【要望など】

- ・ ぜひ、自宅にも設置してほしい
- ・ 離島でもブロードバンド環境を整え、情報発信を積極的にやってほしい。
- ・ 意外と早い。ぜひ、インターネット端末設置の継続を行なってほしい。
- ・ これからもぜひ、継続して設置してもらいたいと思っております。
- ・ はまゆう荘だけでなく、沢山の所に設置してほしい。
- ・ 各部屋にLAN接続が出来る様にしてほしい。
- ・ 村内での一層の普及を期待。
- ・ 是非、住民の方々のためにインターネット接続を。

【その他】

- ・ 無線部分のセキュリティが気になった。
- ・ 日本各地の離島(父島や母島)などにも広げて行って欲しい。
- ・ 九州・本州から大東島の検索をしたが地図など 1/50000 を掲載したものだった。その他の施設や俯瞰図、沖縄本島からの距離が判別できる地図などが欲しい。
- ・ ネットがあるということをもっと情報提供してほしい。
- ・ 本土からも見られれば良いです。
- ・ 客室でもインターネットに接続できるように、LANが整備されているともっといい。
(持込のパソコンで仕事がしたい)

(2) 各施設 アンケート集計結果

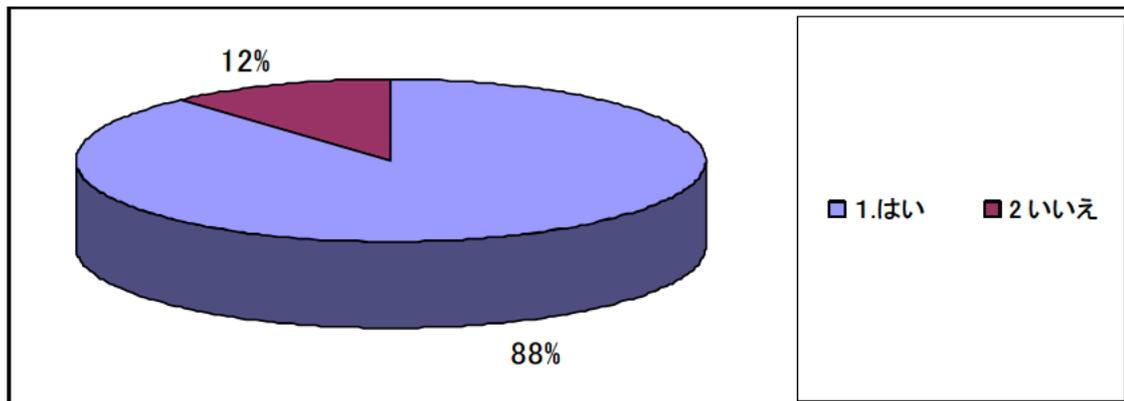
インターネットを提供した北大東村役場、J A、幼稚園、宿泊施設の各施設職員の方々に、インターネット閲覧端末に関するアンケートを実施した。

約9割はインターネット閲覧端末を継続して設置してほしいという回答であった。また、約8割は自宅へのインターネット整備を希望している。

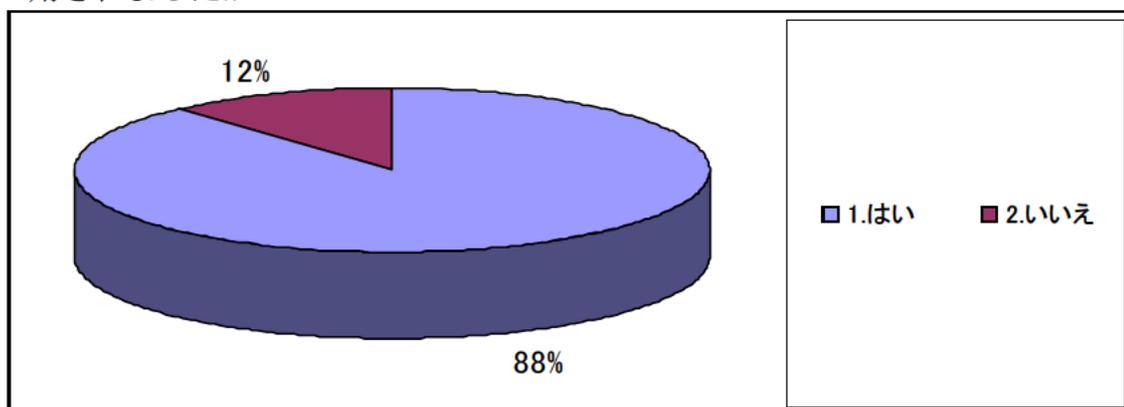
利用状況は、ほぼ6割が毎日～2、3日おきに、航空会社情報やニュース、天気予報などを利用していた。特に、天気予報へのアクセスが多い。今後のインターネットによる利用については、ほぼ半数以上の方が、交通航空情報、気象情報に利用することを希望している。

以下に、アンケート内容と集計結果をグラフに示す。

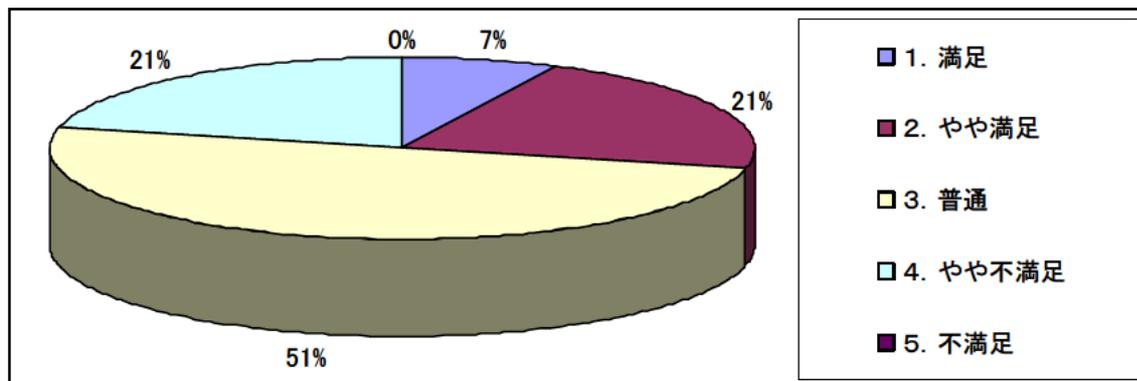
1. 実証試験のインターネット閲覧用端末（PC）が、あることを、ご存知でしたか？



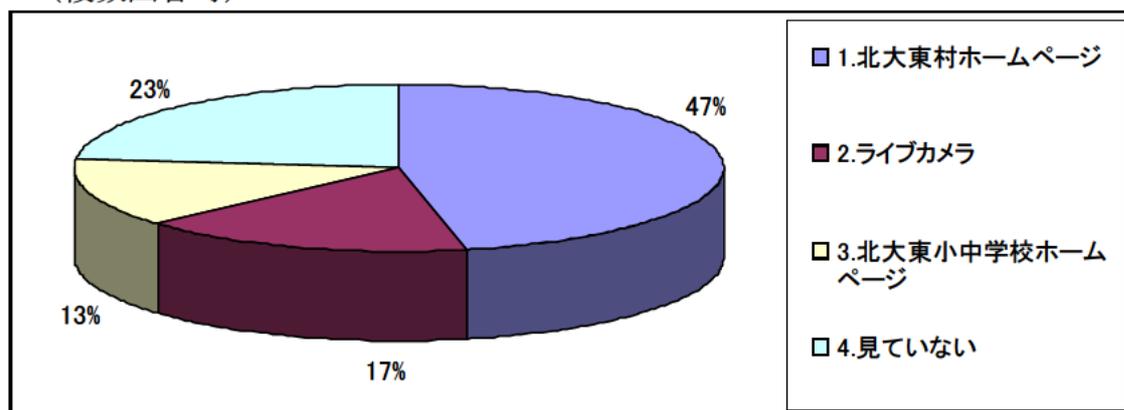
2. 今回の実証実験インターネット閲覧用端末（PC）で、インターネットをご使用されましたか？



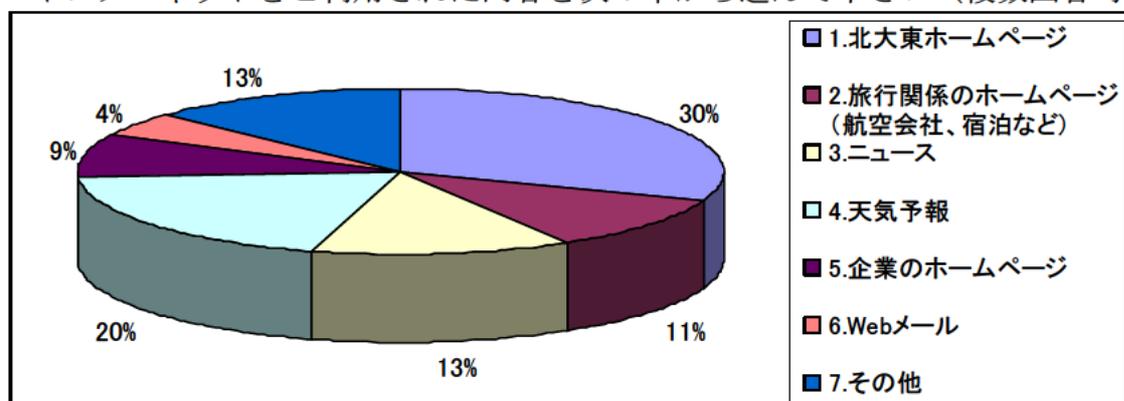
3. 2項で“はい”と答えた方に質問です。
 ホームページ閲覧のスピードはいかがですか？



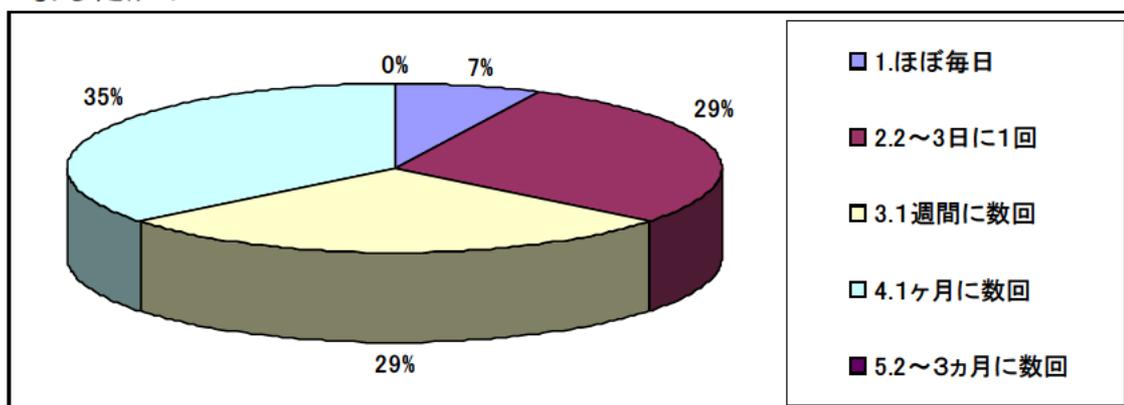
4. 2項で“はい”と答えた方に質問です。
 実証試験ホームページでご覧になったコンテンツを次の中から選んで下さい
 (複数回答可)



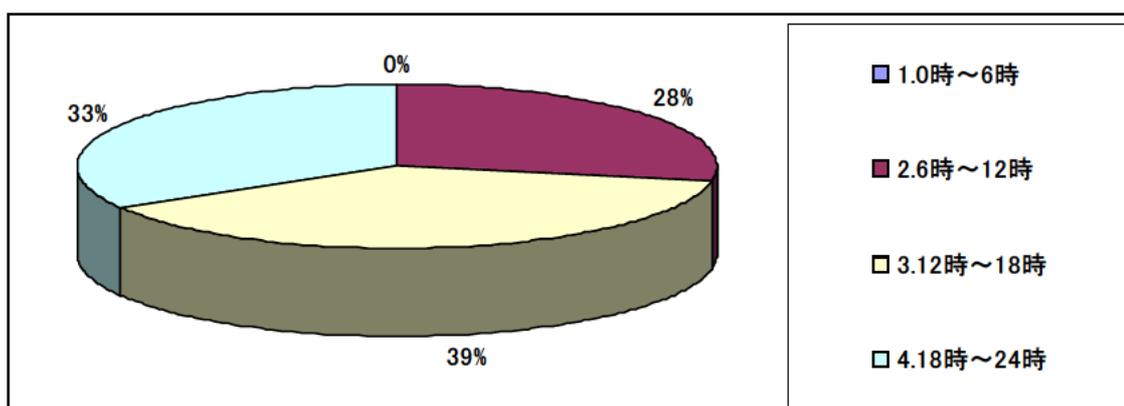
5. 2項で“はい”と答えられた方に質問です。
 インターネットをご利用された内容を次の中から選んで下さい (複数回答可)



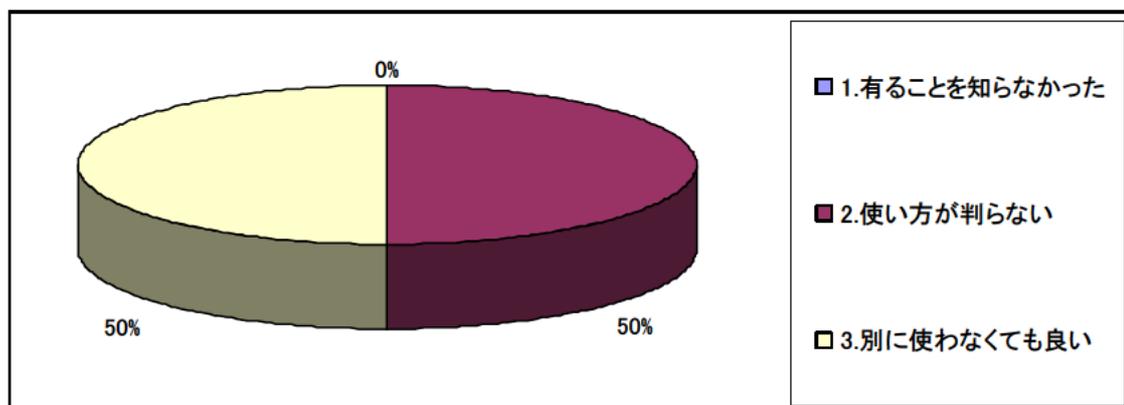
6. 2項で“はい”と答えられた方に質問です。どのくらいの頻度でご利用になりましたか？



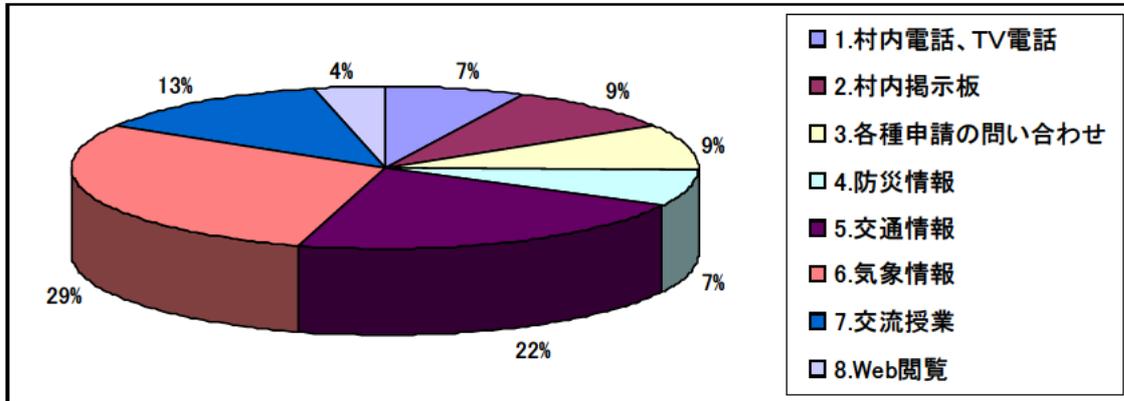
7. 2項で“はい”と答えられた方に質問です。ご利用された時間は、いつごろですか？



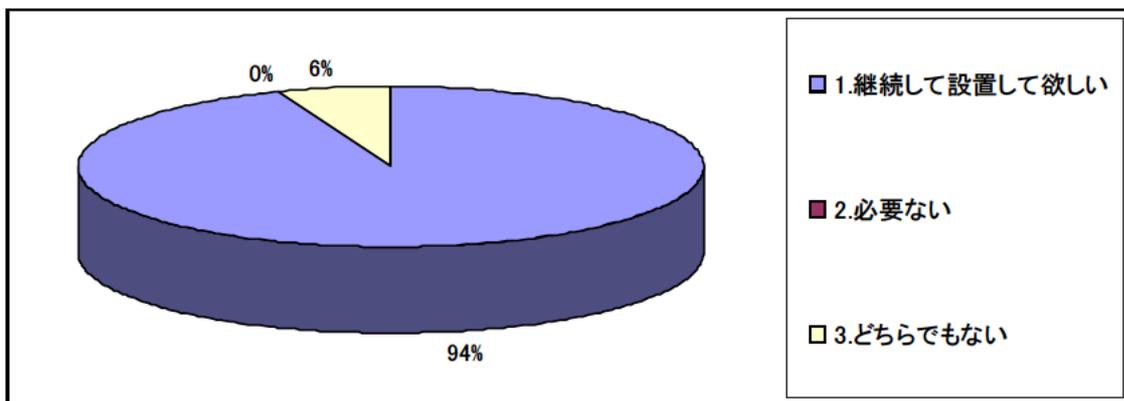
8. 2項で“いいえ”と答えた方に質問です。



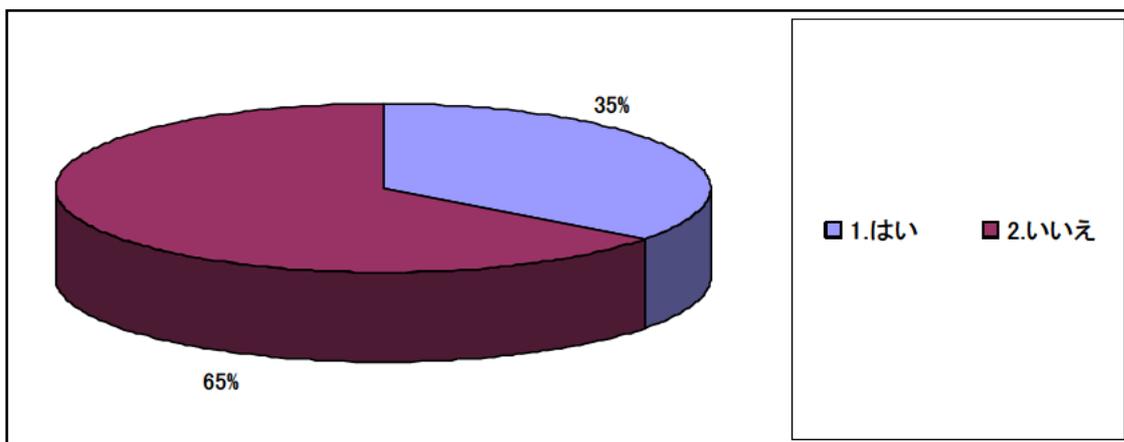
9. このようなインターネット端末は、どのような事に使用できると便利だと思いますか？



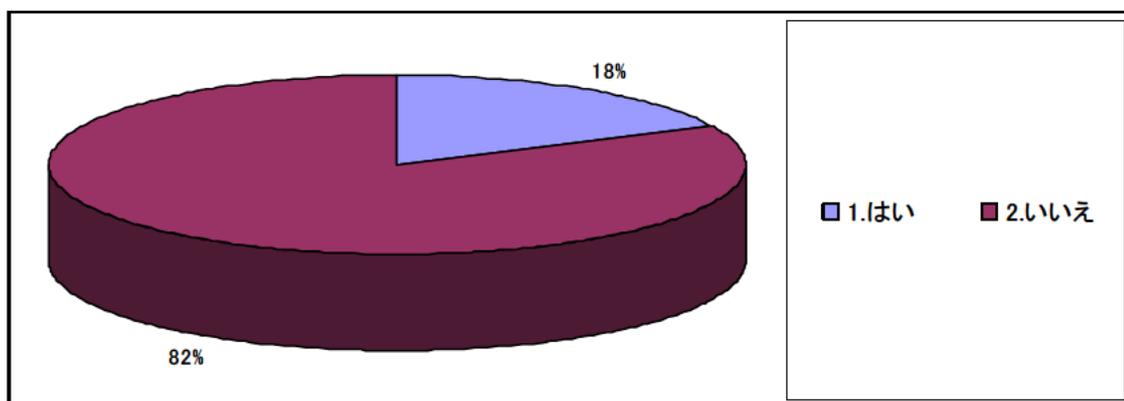
10. このようなインターネット端末があることについていかがですか？



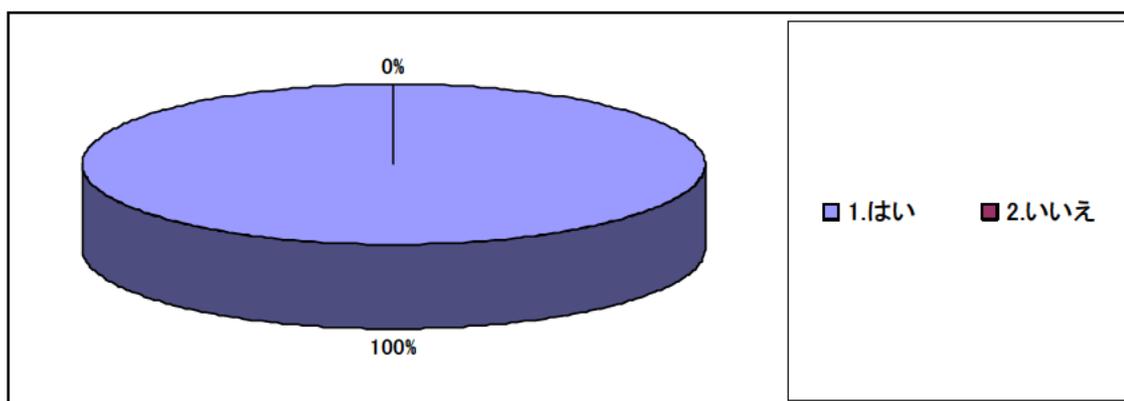
11. 現在、個人でPCはお持ちですか？



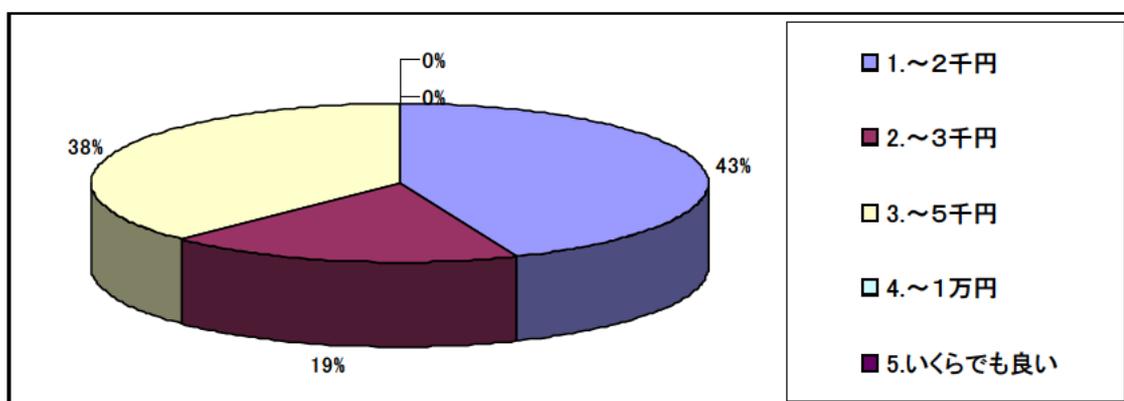
12. 11項で“はい”と答えた方に質問です。
 現在、インターネット接続環境でご使用されていますか？



13. 11項で“いいえ”と答えた方に質問です。
 インターネット接続環境でのご使用を希望されますか？



14. 月額料金が、いくらなら導入したいですか？



15. その他、ご意見、ご感想があれば自由にお書き下さい

- ・ 個人でインターネットが引けるように回線を増やしてほしい(できればADSL)
- ・ 時々使用できなくなるので、安定して利用できるようにしてもらいたい

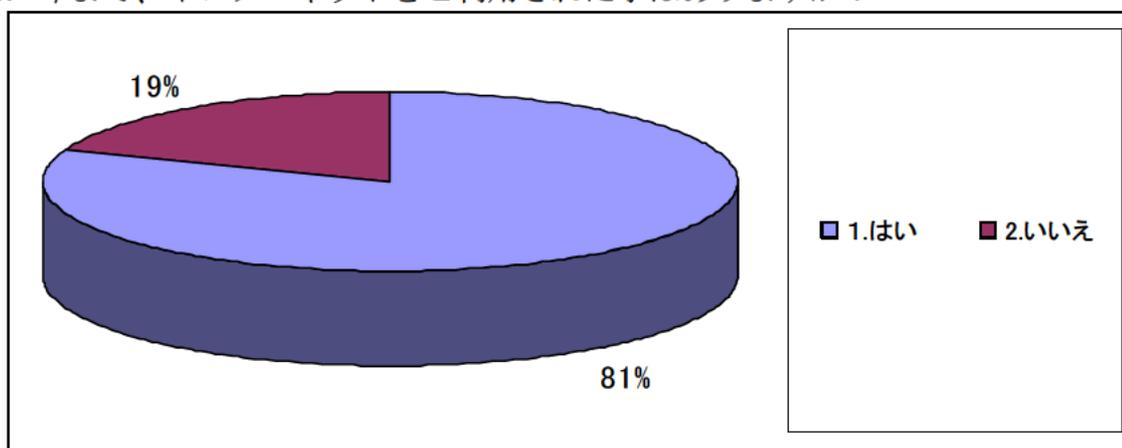
(3) 住民調査 アンケート集計結果

回答の約9割がインターネット整備を希望している。インターネットによる利用内容は、約6割の方が、ニュース、交通航空情報、気象情報に利用すると回答している。

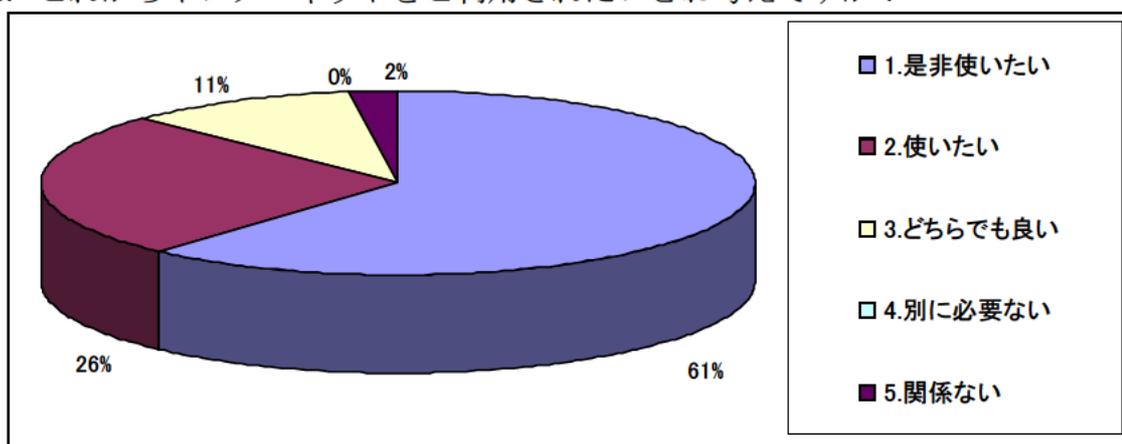
また、インターネットを利用した住民交流にも期待があった。回答数の約半数が自宅にPCを持っているが、その約7割がインターネット環境を持たない状況である。

以下に、アンケート内容と集計結果をグラフに示す。

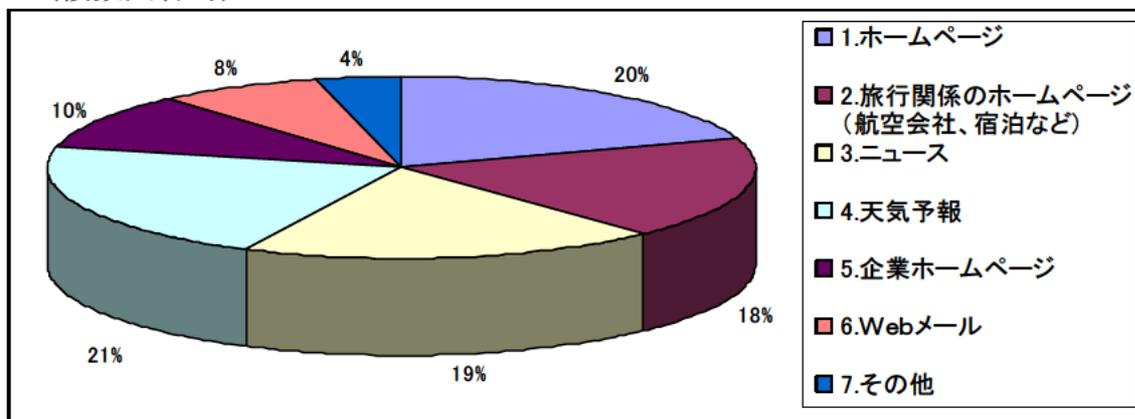
1. 今まで、インターネットをご利用された事がありますか？



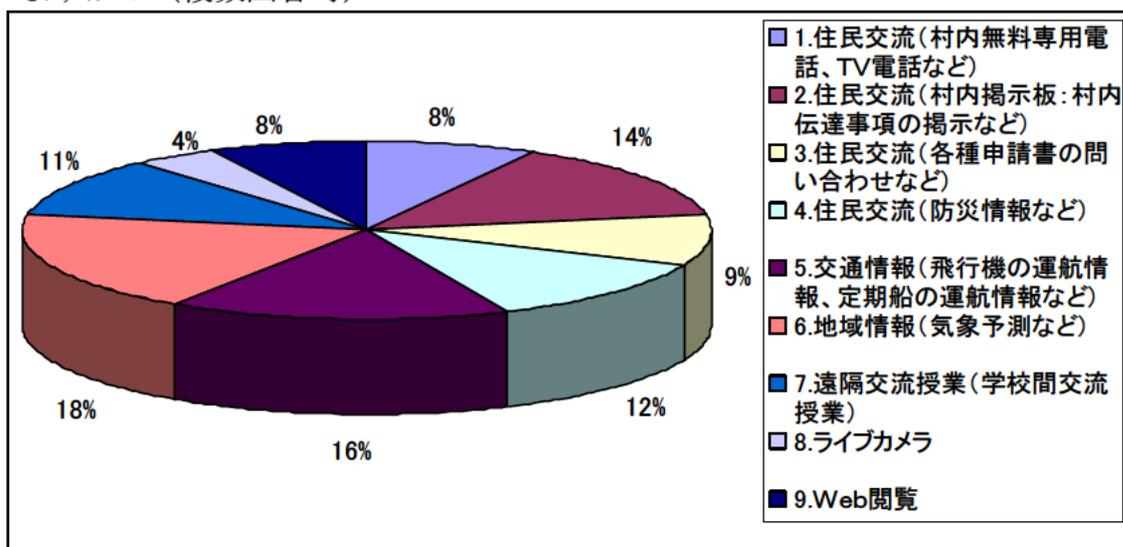
2. これからインターネットをご利用されたいとお考えですか？



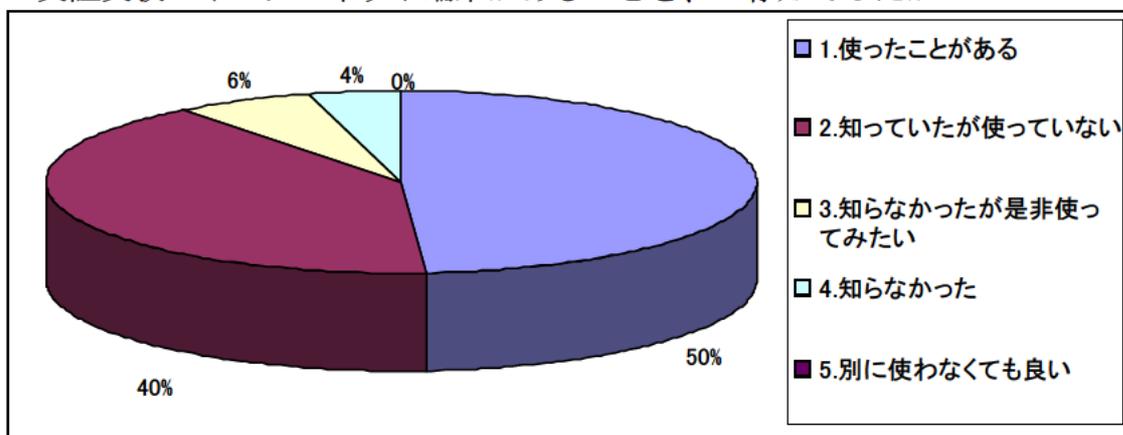
3. インターネット環境で何を利用されたいですか？次の中から選んでください。
(複数回答可)



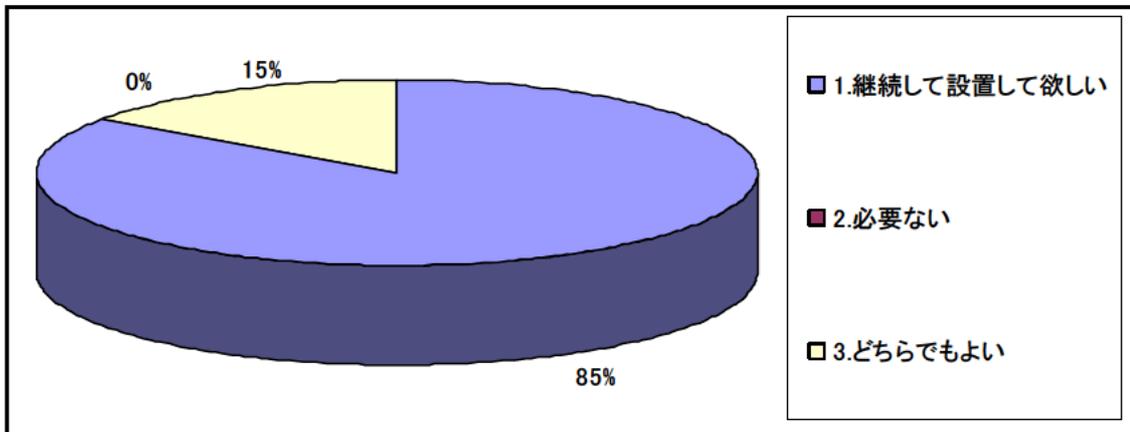
4. このようなインターネット端末は、どのような事に使用できると便利だと思いますか？ (複数回答可)



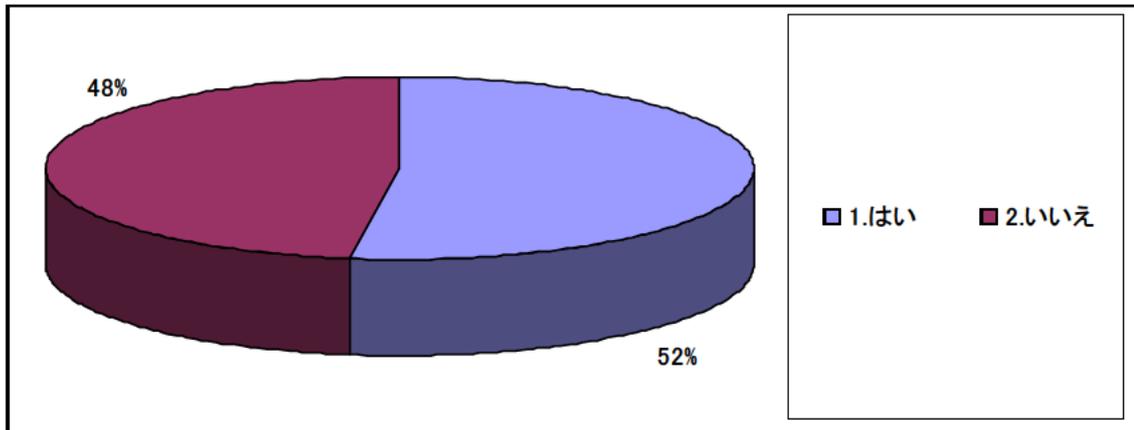
5. 実証実験のインターネット端末があることを、ご存知でしたか？



6. このようなインターネット端末があることについていかがですか？

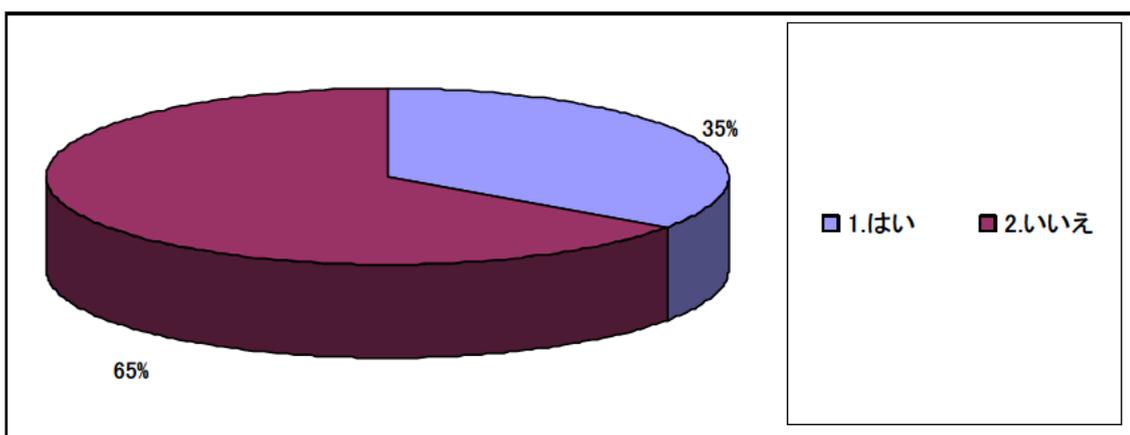


7. 現在、個人でPCはお持ちですか？



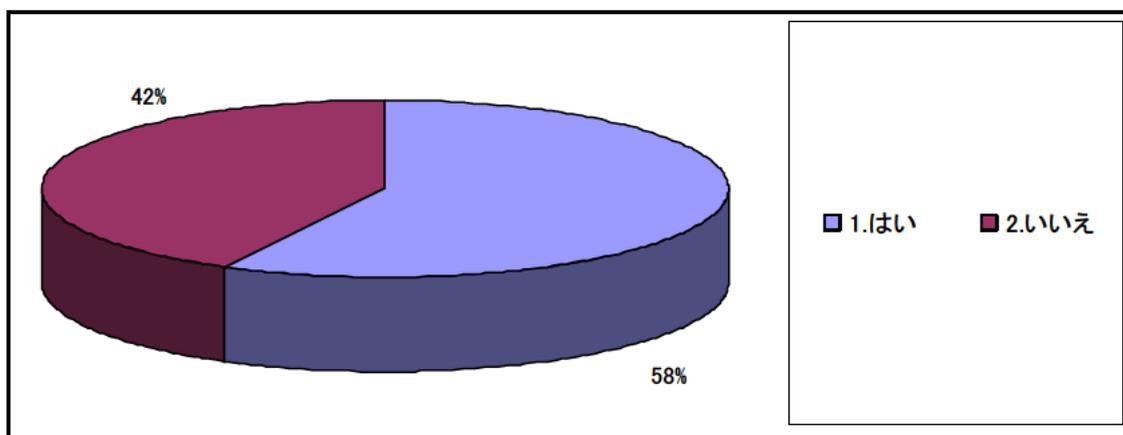
8. 7項で“はい”と答えた方に質問です。

現在、インターネット接続環境でご使用をされていますか？

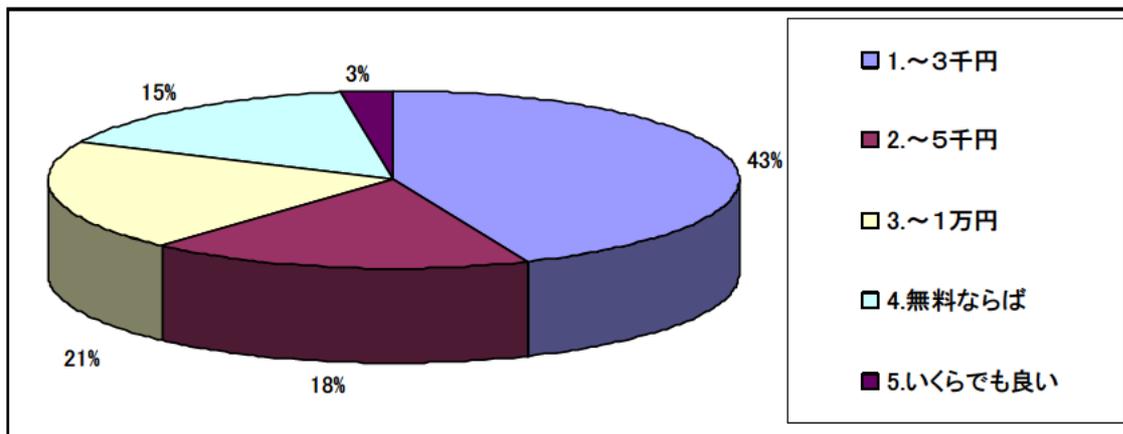


9. 7項で“いいえ”と答えた方に質問です。

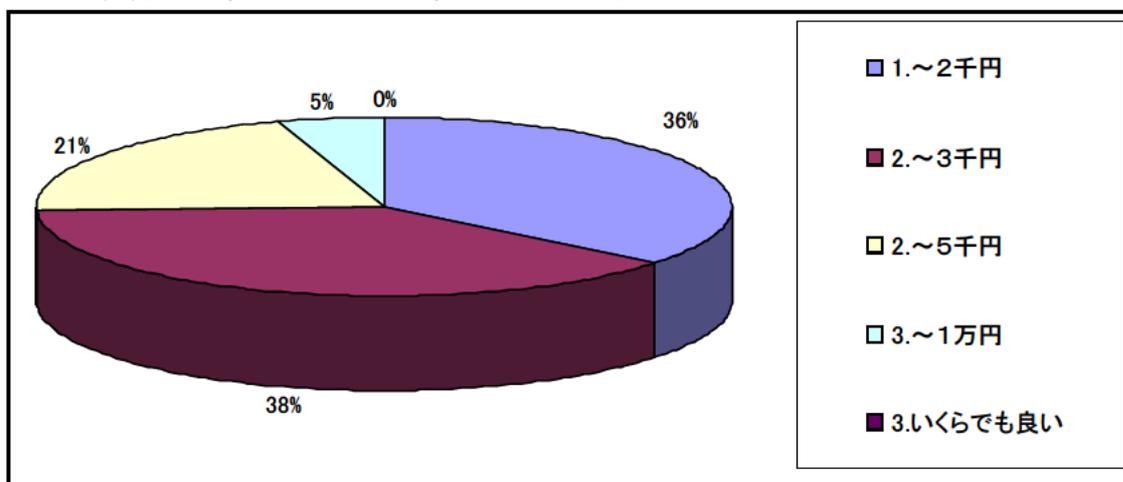
インターネット接続環境でのご使用を希望されますか？



10. 初期費用がいくらなら導入したいですか？



11. 月額料金が、いくらなら導入したいですか？



12. その他、ご意見、ご感想があれば自由にお書き下さい

- ・インターネット環境がとぼしく、非常に不便を感じています。早急に使えるように強く希望します。
- ・(一般家庭)個人ででも利用できるようなればいいです。情報が欲しい時に見られるとかなり便利になる。
- ・情報が少ない離島では、気軽に情報を仕入れることの出来るインターネットは必要なものだと思う。
- ・大東島民全てにインターネット普及をお願いします。
- ・同じ日本・沖縄なのに島の人口や規模だけで採算を判断するのは、ナンセンスなことである。格差が大きすぎる。

第7章 おわりに

第7章 おわりに

以上の検討結果から、小型の機器により大容量の通信が可能な準ミリ波帯（1.8 GHz帯）公共業務用無線アクセスシステムについては、長距離海上伝搬などの環境下におけるインターネット接続の安定性が確認された。

今後、このシステムは、地方公共団体による地域公共ネットワークや防災用無線システムの構築、また、地理的条件等から民間の電気通信事業者のみの取組ではサービス展開が困難な無線アクセスサービスへの利用が期待される。

謝辞

最後に、本試験の実施において以下の機関の方々にご協力を頂きました。この場をお借りして深く感謝申し上げます。

- ・ 北大東村役場
- ・ 気象庁 沖縄气象台 南大東地方气象台
- ・ 沖縄県農業協同組合 北大東支店
- ・ 北大東村立小中学校
- ・ 北大東村立幼稚園
- ・ 北大東村 ハマユウ荘
- ・ 西日本電信電話株式会社 沖縄支店

第 8 章 調査研究会

第8章 調査研究会

「南北大東地区における準ミリ波帯公共業務無線アクセスシステム等を 活用したインターネットアクセスに関する調査研究会」

8.1 構成員名簿

(五十音順、敬称略)

座長	玉城 史朗	琉球大学工学部教授 (情報工学科・学科長)
委員	赤嶺 哲雄	沖縄県 企画開発部 情報政策課長
	植田 和典	日本電気株式会社 公共システム事業部 システム技術部 エキスパート
	上間 政則	北大東村役場 総務課長
	恩田 裕卓	日本無線株式会社 システム機器事業部 企画グループ 部長
	佐々木邦夫	パナソニックモバイルコミュニケーションズ 株式会社 技術調査グループ グループマネージャー
	島田 隆弘	西日本電信電話株式会社 沖縄支店 設備部エンジニアリング担当課長
	宮里 智樹	琉球大学工学部助手 (情報工学科)

8.2 検討経過

第1回会合

平成15年9月8日(月)

調査研究会の運営等について

第2回会合

平成15年12月4日(木)

実証実験の実施状況について

第3回会合

平成15年3月12日(金)

調査研究会最終報告(案)について

第 9 章 參考資料

第9章 参考資料

9.1 試験設備仕様

9.1.1 18GHz帯FWA

(1) 装置仕様

18GHz帯FWAの装置仕様を表9.1.1に示す。

表9.1.1 18GHz帯FWA 仕様

項目	諸元
周波数帯域	18GHz帯
変調方式	32QAM
Ether インタフェース	100BASE-TX (RJ45) : 2port (計156Mbpsで設定可能 (ex. 100Mbps + 50Mbps))
伝送速度	156Mbps
送信出力	+18dBm
誤り訂正	MLCM +Reed Solomon
アンテナサイズ	1.2mφ
電源	DC-48V
消費電力	現用構成 : 55W typical (DC-48V)
環境条件	IDU : -5°C ~ +50°C
	ODU : -30°C ~ +50°C
重量	ODU : 5kg (除く、アンテナ及び取付架台) IDU : 5kg

(2) 外観

18GHz帯FWAの外観を図9.1.1～図9.1.2に示す。

() ODU (Outdoor Unit)



図9.1.1 ODU及びパラボラアンテナ 外観図

() IDU (Indoor Unit)



図9.1.2 IDU 外観図

(3) 装置構成

18GHz帯FWAの装置構成を図9.1.3に示す。

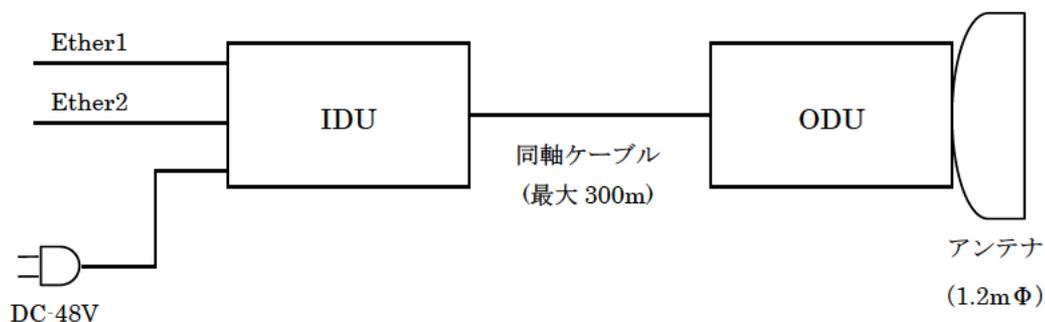


図9.1.3 18GHz帯FWA 構成図

(4) アンテナ仕様

南北大東島間の11kmを伝搬するために設置した、1.2mパラボラアンテナの仕様を表9.1.2に示す。

表9.1.2 18GHz帯 パラボラアンテナ 仕様

項目	仕様
周波数帯域	17.7GHz~19.7GHz
利得	44.7dBi
偏波	直線偏波
VSWR	1.3以下
半値幅	0.9°
直径	120cm
質量	52kg

(5) 受信レベル対符号誤り率

受信レベル対符号誤り率の工場検査（ケーブル結線）測定結果と設置工事の際に測定したデータを図 9.1.4、図 9.1.5 に示す。

(i) 北大東局 受信レベル対符号誤り率

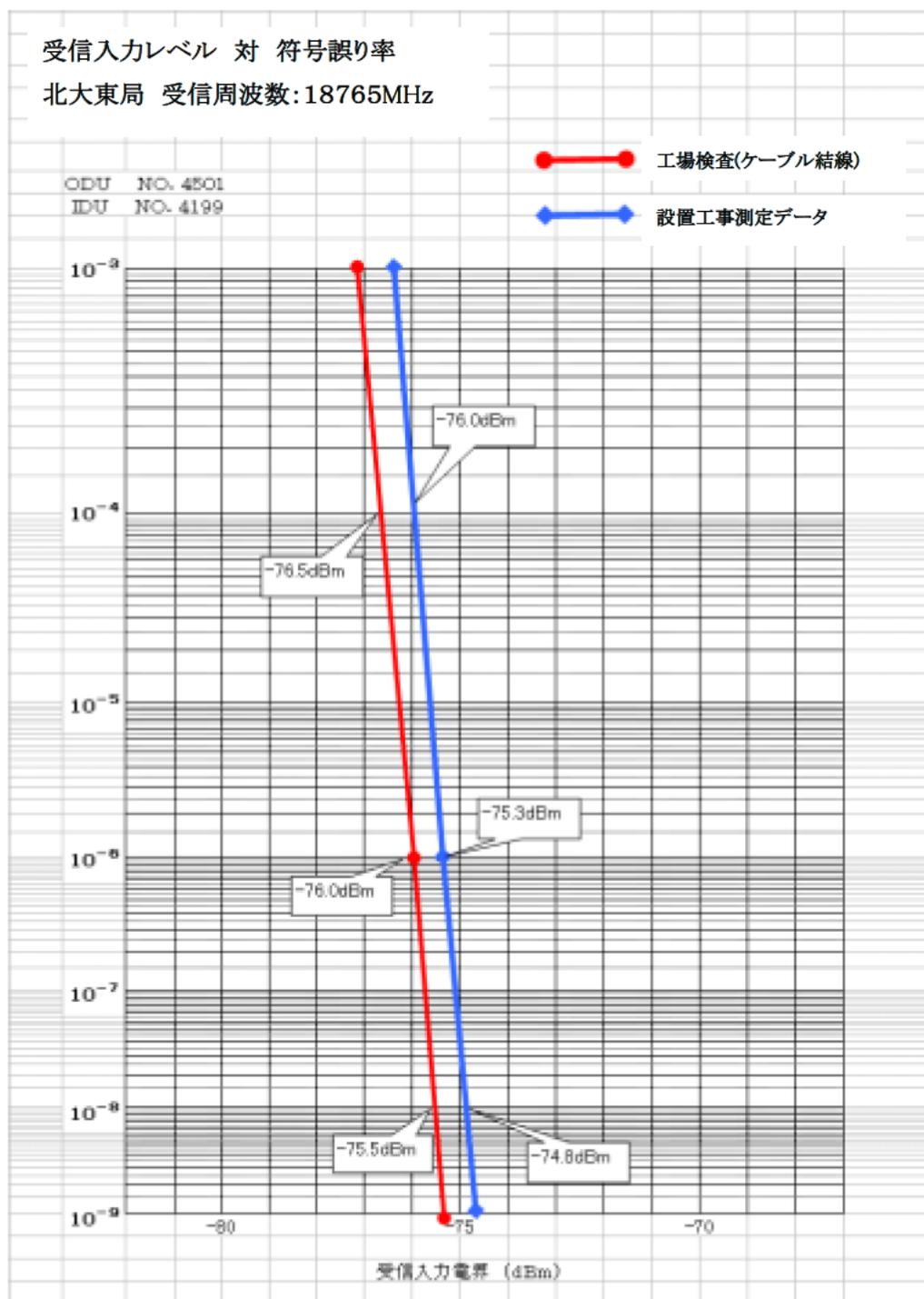


図 9.1.4 北大東局 受信レベル 対 符号誤り率

(ii) 南大東局 受信レベル対符号誤り率

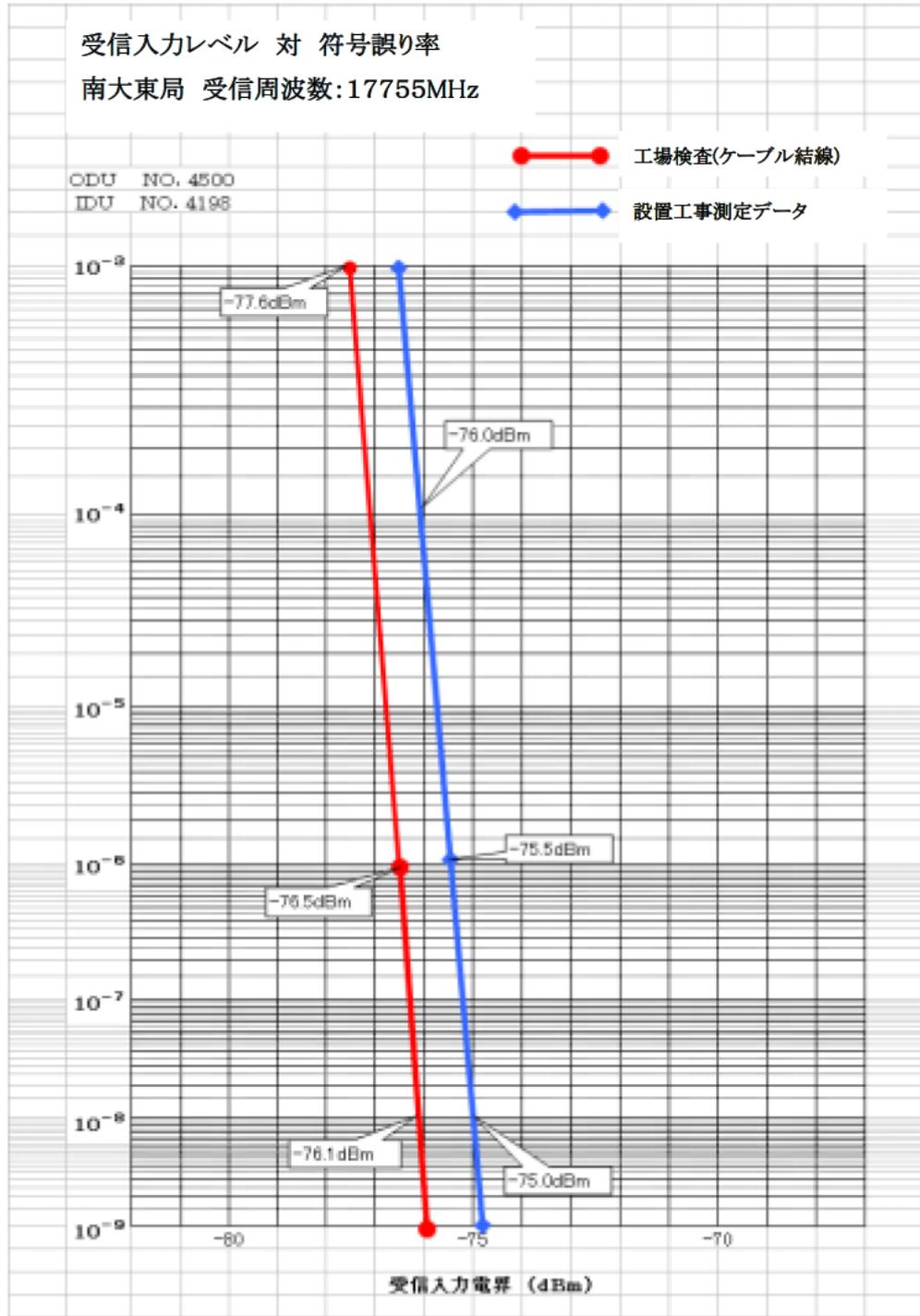


図 9.1.5 南大東局 受信レベル 対 符号誤り率

受信限界レベルは、 -76 dBm (誤り率 10^{-4}) である。

9.1.2 5GHz帯FWA

5GHz帯FWAは、5.03GHz～5.091GHzの周波数を使用した屋外対応型で、IEEE802.11aに準拠する。

(1) 装置仕様

5GHz帯FWAの装置仕様を表9.1.3に示す。

表9.1.3 5GHz帯FWA 仕様

項目		基地局	端末局	
無線部	無線機規格	IEEE802.11a準拠		
	変調方式	OFDM方式 (16QAM、QPSK、BPSK)		
	周波数	5.03～5.091GHz		
	チャンネル	3ch (5040、5060、5080、MHz)		
	空中線電力	0.16W(+20% / -80%)	0.029W(+20% / -80%)	
	伝送速度	36,24 Mbps: (16QAM) 18,12 Mbps: (QPSK) 9,6 Mbps: (BPSK)		
	アンテナ	外付型 (セクタアンテナ:10dBi) (オムニアンテナ:7dBi)	本体一体型 (セクタアンテナ:15dBi)	
有線部	光	インターフェース	100BASE-FX	—
	LAN	インターフェース	10BASE-T / 100BASE-TX	10BASE-T / 100BASE-TX
共通部	電源	AC100V	AC100V	
	動作温度	-10～+50℃	0～+40℃	
	重量	16kg以下	2kg以下	

(2) 外観

(i) 5GHz帯FWA（基地局）

5GHz帯FWAの基地局 外観図を図9.1.6に示す。

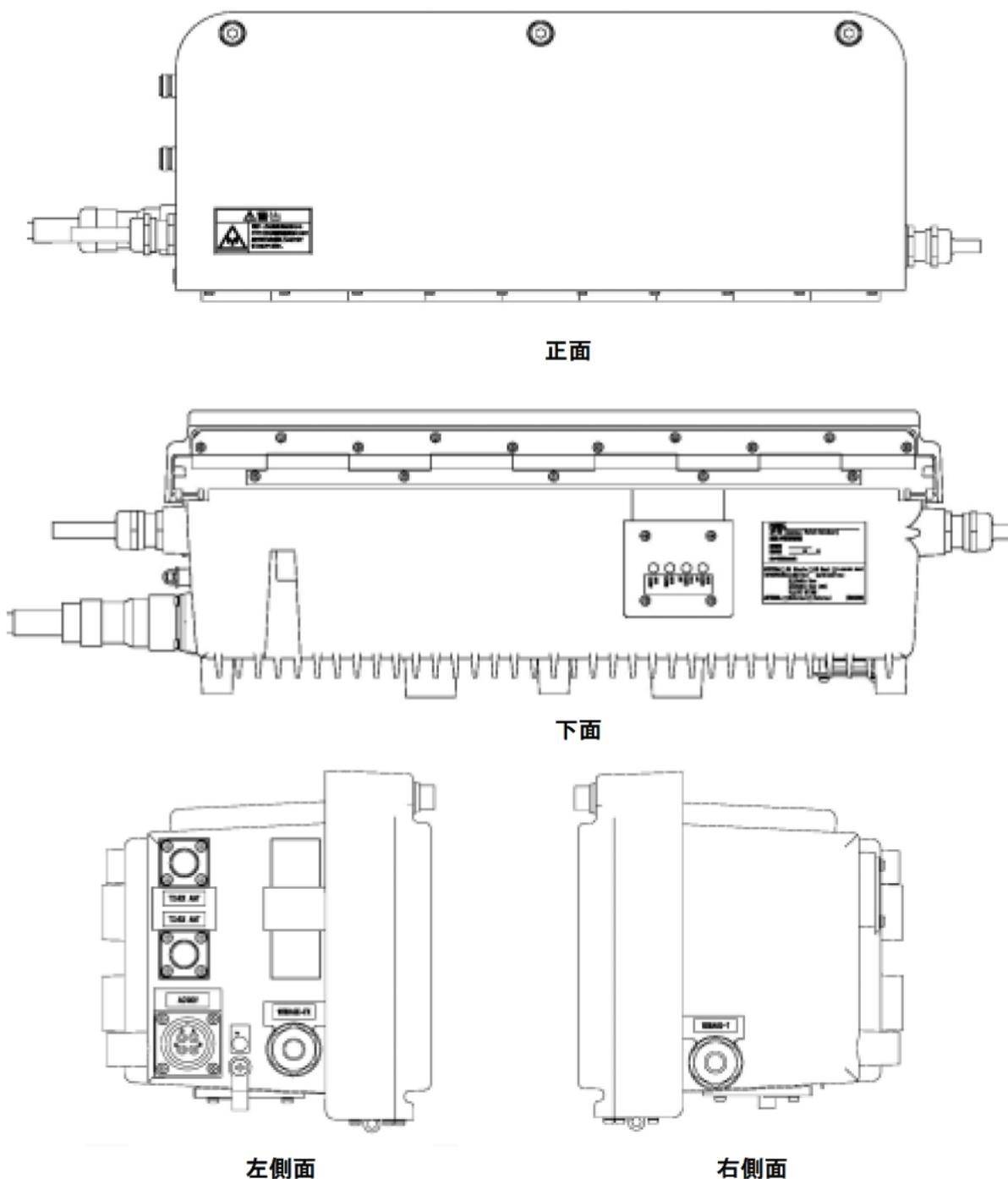


図9.1.6 5GHz帯FWA（基地局） 外観図

(ii) 5GHz帯FWA（端末局）

5GHz帯FWAの端末局 外観図を図9.1.7に示す。

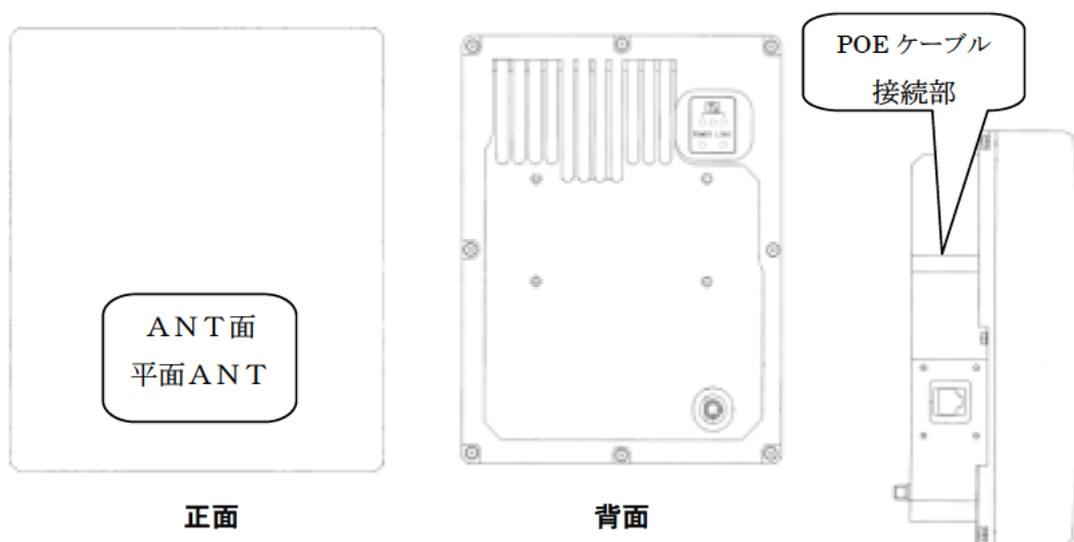


図 9.1.7 5GHz帯FWA（端末局） 外観図 左側面

(iii) 5GHz帯FWA（端末局） 接続構成

イーサ接続端末局の接続構成を図 9.1.8 に示す。

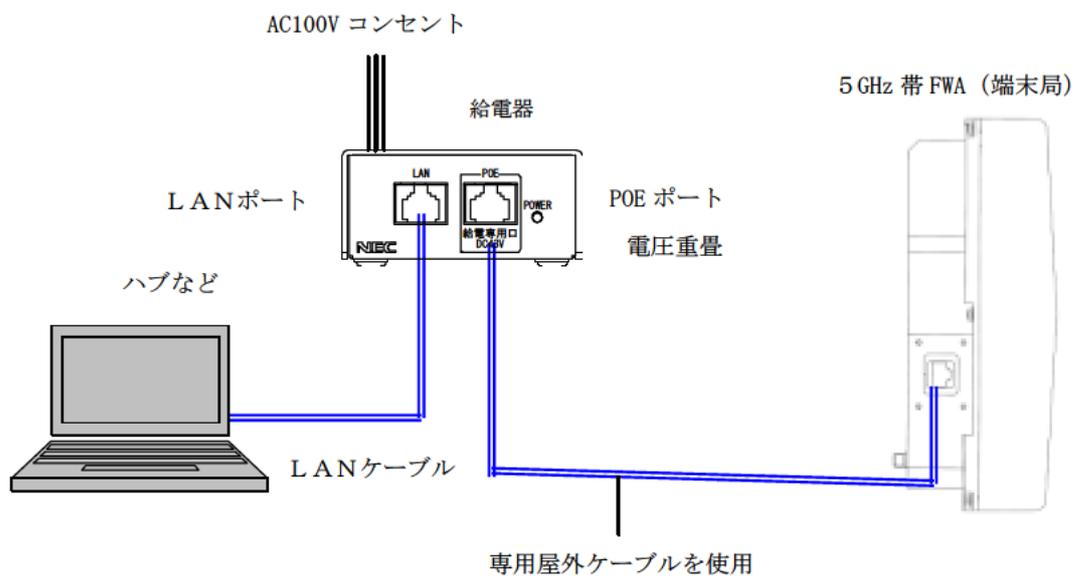


図 9.1.8 5GHz帯FWA（端末局） 接続構成図

(3) アンテナ仕様

(i) 基地局設置アンテナ (オムニアンテナ)

①諸元

大東小中学校の基地局に設置したアンテナ仕様を表 9.1.4 に示す。

表 9.1.4 基地局設置 オムニアンテナ仕様

項目	仕様
種別	5GHz帯オムニアンテナ
周波数	4.9～5.1GHz
偏波	垂直
VSWR	1.5以下
利得	7dBi
水平面指向性	360度
垂直面指向性	0度
インピーダンス	50Ω

②アンテナ外観図

図 9.1.9 ～図 9.1.10 に、北大東小中学校に設置したアンテナを示す。



図 9.1.9 オムニアンテナ



図 9.1.10 北大東小中学校屋上 基地局 設置状況

(ii) 基地局設置アンテナ (セクタアンテナ)

① 諸元

北大東島貯水槽の中継用基地局に設置したアンテナ仕様を表 9.1.5 に示す。

表 9.1.5 基地局設置 セクタアンテナ仕様

項目	仕様
種別	5GHz帯セクタアンテナ
周波数	4.9~5.1GHz
偏波	垂直
VSWR	1.92以下
利得	10dBi
水平面指向性	60度(AZ)
垂直面指向性	56度(EL)
インピーダンス	50Ω

アンテナ外観図

図9.1.11に、北大東島貯水槽の中継局用基地局に設置したアンテナを示す。



図9.1.11 セクタアンテナ(指向性：60度)



図9.1.12 貯水槽 中継用基地局 設置状況

(iii) 端末局アンテナ

①アンテナ仕様

各施設に設置した端末局一体型のアンテナ仕様を表 9.1.6 に示す。

表 9.1.6 端末局アンテナ仕様

項目	仕様
種別	5GHz帯セクタアンテナ
周波数	4.9～5.1GHz
偏波	垂直
VSWR	1.92以下
利得	10dBi
水平面指向性	30度(AZ)
垂直面指向性	27度(EL)
インピーダンス	50Ω

②アンテナ外観図

図 9.1.13 に、端末局の設置状況を示す。



図 9.1.13 セクタアンテナ(指向性：30度)

9.1.3 測定設備

(1) 降雨強度計

今回、18GHz帯FWAを設置した箇所に、降雨強度計を設置して、1分間降雨量を測定し、収集装置（IP変換装置）に蓄積する。更に、測定サーバでの監視を行う。

(i) 仕様

本装置は、降雨強度計発信機からのパルス信号を変換器にて電気信号へ変換して外部へテレメータ出力する。

図9.1.14に、降雨強度計の配線系統図を示す。

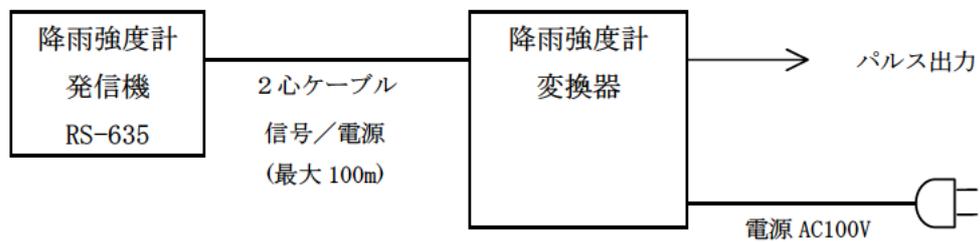


図9.1.14 降雨強度計 配線系統図

表9.1.7に、降雨強度計の仕様を示す。

表9.1.7 降雨強度計 仕様

項目	諸元
検出方法	Φ200mmロート 水滴計数式
測定方法	0.0083mm/パルス 0~100mm/h
出力	測定範囲において0~1VDC
パルス出力	強度：0.0083mm/P
接点容量	DC 24V 0.2A
電源	DC-48V
消費電力	100VA以下(ヒータを含まず)
動作環境	0℃~+50℃

() 外観

図 9.1.15 に降雨強度計の外観を示す。



図 9.1.15 降雨強度計（発信機）

(2) 測定サーバ

測定サーバは、南北大東地区に設置する 18GHz 帯 FWA から、パフォーマンスデータを周期的に収集して、送信出力、受信レベルを測定サーバに蓄積する。さらに、1.5Mbps 信号の符号誤り率を監視し、測定サーバに蓄積する。

測定サーバは、Windows 2003 Express サーバを使用した。また、バックアップ用の測定サーバを、北大東村役場に設置した。

(3) IP 変換装置

監視システムの IP 変換装置によりデータを収集、降雨量の蓄積、監視及び 18GHz 帯 FWA の 1.5M データ信号の符号誤り率データを蓄積する。

(4) 符号誤り率測定器

誤り率は 1.5Mbps で測定した。



图 9.1.16 符号誤り率測定器

9.2 各施設設置状況

9.2.1 南大東局

(1) 18GHz帯FWA及びアンテナ設置状況

図9.2.1に南大東局のアンテナ設置前と設置後の状況を示す。



(a) アンテナ設置前



(b) アンテナ設置後

図9.2.1 南大東局 18GHz帯FWAアンテナ設置状況

図 9.2.2 に 1 . 2 m パラボナアンテナの組み立ての状況を示す。



(a) 組み立て後



(b) 組み立て途中

図 9.2.2 パラボナアンテナ組み立て作業の状況

図 9.2.3 に、南大東局から見た北大東局への見通し状況を示す。



(a) 北大東局方向 (1)



(b) 北大東局方向 (2)

図 9.2.3 南大東局から北大東局への見通し

(2) 18GHz帯FWA IDU設置状況

図9.2.4に、南大東局の18GHz帯FWA IDU設置状況を示す。

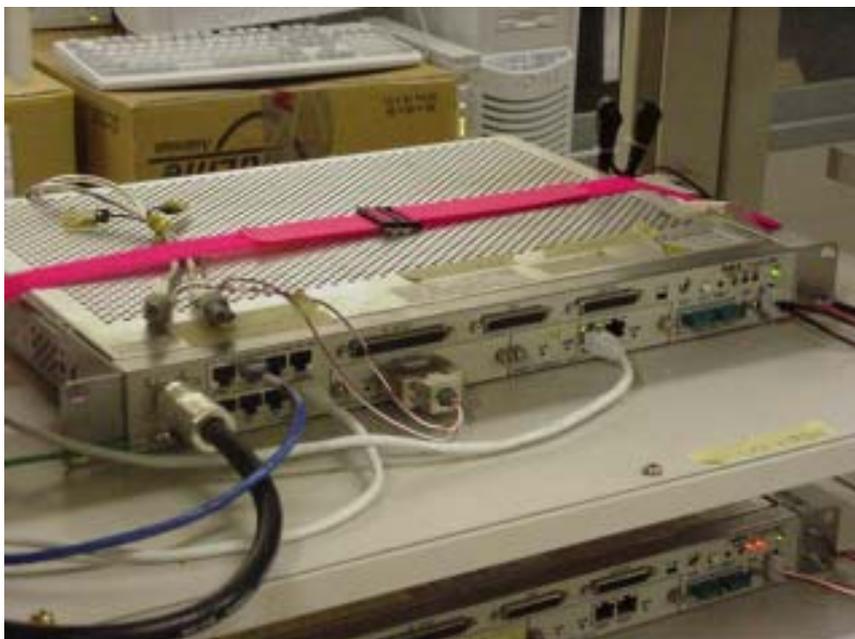


図9.2.4 18GHz帯FWA IDU(南大東局)

(3) 降雨強度計設置状況

図9.2.5に、南大東局降雨強度計の設置状況を示す。



図9.2.5 南大東局降雨強度計 設置状況

9.2.2 北大東局

(1) 18GHz帯FWA及びアンテナ設置状況

図9.2.6～図9.2.7に北大東局のアンテナ設置状況を示す。



図9.2.6 北大東局 遠景



図9.2.7 北大東局 18GHz帯FWAアンテナ設置状況

図 9.2.8 に、北大東局から見た南大東局への見通し状況を示す。



(a) 南大東局方向 (1)



(b) 南大東局方向 (2)

図 9.2.8 北大東局から南大東局への見通し

(2) 18GHz帯FWA IDU設置状況

図9.2.9に、北大東局の18GHz帯FWA IDU設置状況を示す。



図9.2.9 北大東局 18GHz帯FWA IDU 設置状況

(3) 降雨強度計 設置状況

図9.2.10に、北大東局に設置した降雨強度計の設置状況を示す。



図9.2.10 北大東局 降雨強度計 設置状況

9.2.3 5GHz帯FWA設置状況

図9.2.11～図9.2.19に北大東局に設置した5GHz帯FWAの設置状況を示す。



図 9.2.11 5GHz帯FWA設置状況（貯水槽／基地局）



図 9.2.12 5GHz帯FWAの設置状況（小中学校／基地局）

基地局からの各施設への伝搬路を矢印で示す。



図 9.2.13 小中学校（基地局）からの各モニタ施設への見通し



図 9.2.14 北大東役場（端末局）の設置状況



図 9.2.15 J A（端末局）の設置状況



図 9.2.16 北大東幼稚園（端末局）の設置状況

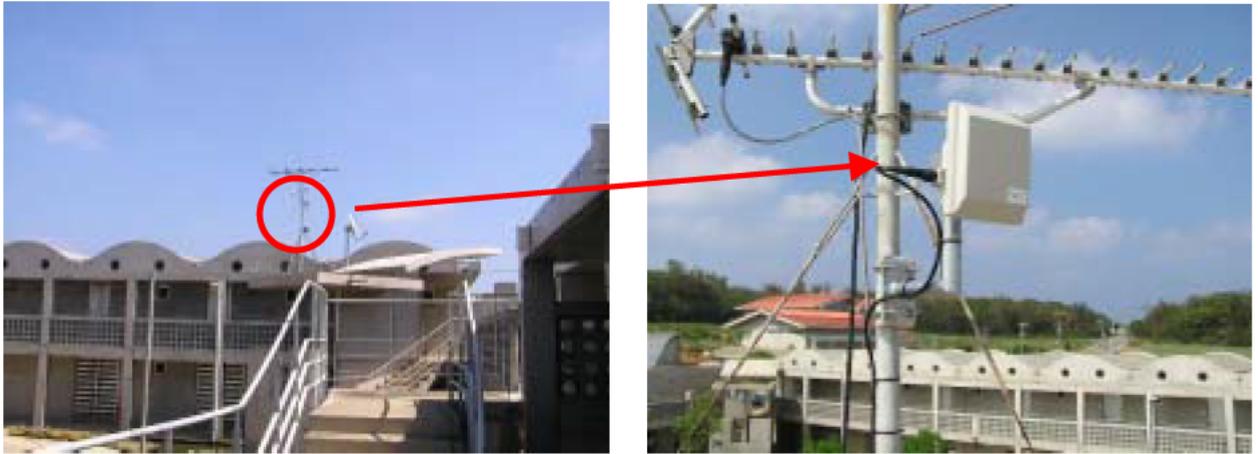


図 9.2.17 宿泊施設（端末局）の設置状況



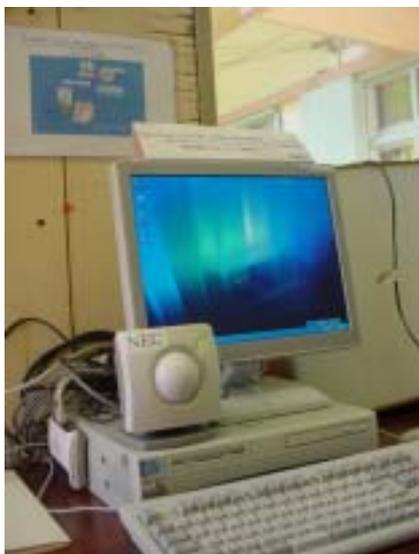
図 9.2.18 職員宅（端末局）の設置状況



図 9.2.19 北大東局から貯水槽中継局への見通し

9.2.4 各施設インターネット閲覧端末設置状況

図 9.2.20 に北大東村内の各施設のインターネット閲覧端末の設置状況を示す。



(a) 北大東村役場



(b) J A



(c) 宿泊施設

図 9.2.20 各施設インターネット閲覧端末設置状況

9.3 北大東村内ネットワーク

9.3.1 ネットワーク構成

北大東村のネットワークは、5GHz帯FWAにて、北大東島の各施設を接続している。図9.3.1にネットワーク構成を示す。

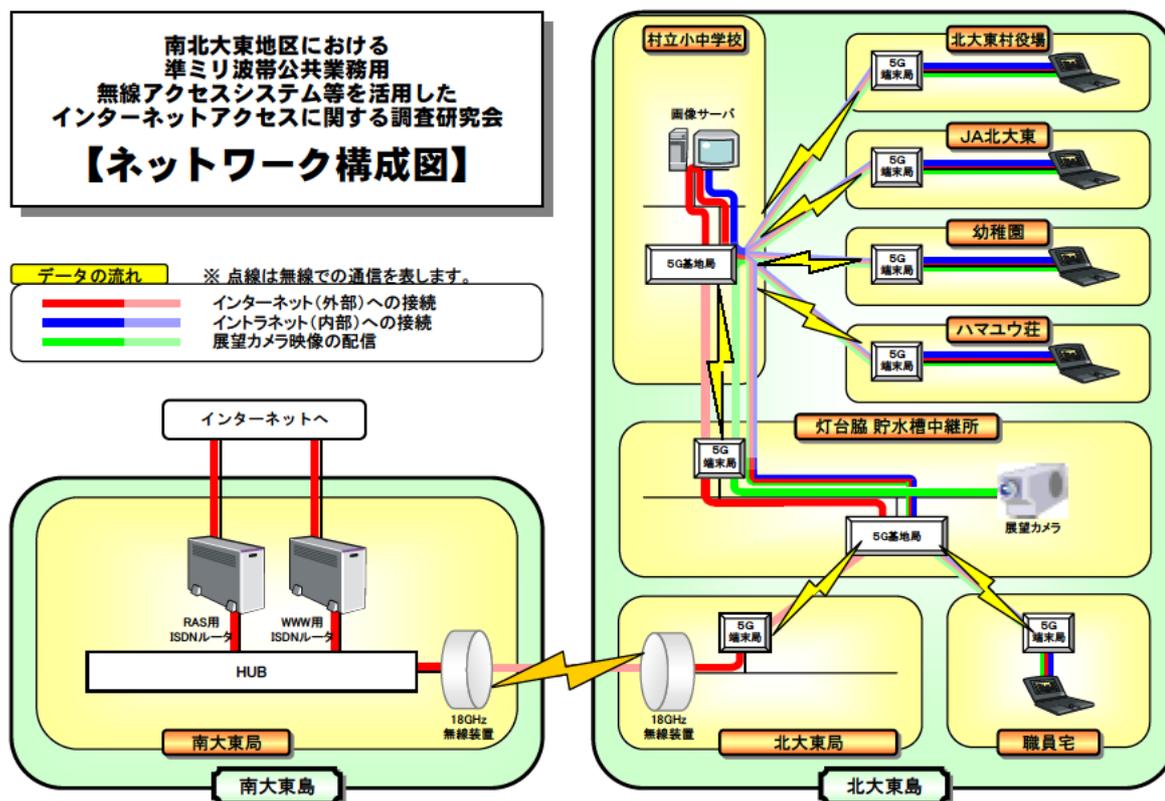


図 9.3.1 試験回線ネットワーク構成図（全体）

北大東村内ネットワークのアプリケーションは、以下の通りである。

①調査研究会ホームページ

村立小中学校に、画像サーバを設置して調査研究会のホームページを立ち上げた。

②Proxyサーバ

北大東村立小中学校に、ISDN環境での速度改善のために設置した。

③展望カメラ

貯水槽中継所に、展望カメラ（ネットワークカメラ）を設置し、ホームページ上から、リンクさせた。

④屋内カメラ会議システム

北大東役場と宿泊施設に設置した。

9.3.2 調査研究会ホームページ

北大東村ホームページは、本来沖縄県那覇市にアクセスするため、北大東村民が村内でアクセスする機会は少ない。今回、村民にブロードバンド環境を体感して頂くことを目的として調査研究会ホームページを立ち上げた。ホームページは、ネットワークに接続されたPC上から、Internet Explorerでの閲覧が可能である。図9.3.2に調査研究会ホームページのトップページを示す。



図9.3.2 調査研究会ホームページ トップページ

操作方法は、以下の通りである。

①タイトル

②「展望カメラ」ボタン

クリックすると、ページ右側に「展望カメラ」画面が表示される。

③「ムービーシアター」ボタン

クリックすると、ページ右側に「ムービーシアター」画面が表示される。

④「北大東島HP」

⑤「南大東島HP」

⑥トップページ（「お知らせ」画面）

調査研究会からのお知らせを表示する。

⑦展望カメラ（縮小画像）

「展望カメラ」画面で表示されるカメラ画像の縮小版が表示される。

⑧連絡先

アドレスをクリックするとメールソフトが起動し管理者にメール送信できる。

9.3.3 インターネット速度改善

本ネットワークでは、ISDN回線でも快適なインターネット通信を実現するため、PROXYサーバを用いる。その機能を以下に説明する。

(1) PROXYキャッシュ機能

過去にアクセスしたホームページのデータをサーバでキャッシュ（保持）して、同じページを次にアクセスする際にはサーバ上のキャッシュからデータを提供する機能である。図9.3.3に、PROXYキャッシュ機能の流れを示す。

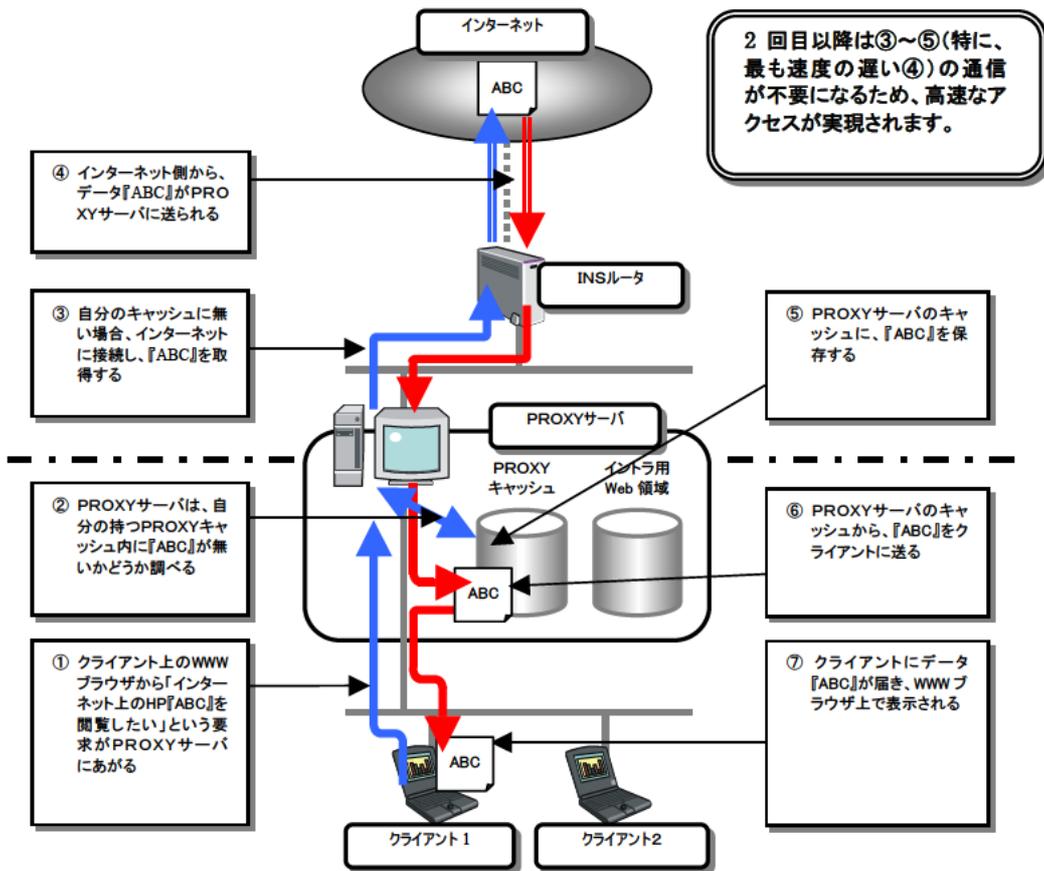


図 9.3.3 PROXYキャッシュ機能

PROXYキャッシュ機能は、以下のような場合に非常に有効である。

- ・ 同一ページを1日に何度も確認することが多い場合
- ・ 同一ページを複数のユーザが見ることが多い場合
- ・ 大きなファイルを複数のユーザがダウンロードする場合

(2) リダイレクト機能

特定のホームページの内容をあらかじめイントラネット内にすべて取り込んでおき、そのページにアクセスがあった場合には、インターネットに接続せず、取り込んでおいたイントラネット上のページに接続させる機能である。

図 9.3.4 に、リダイレクト機能の流れを示す。

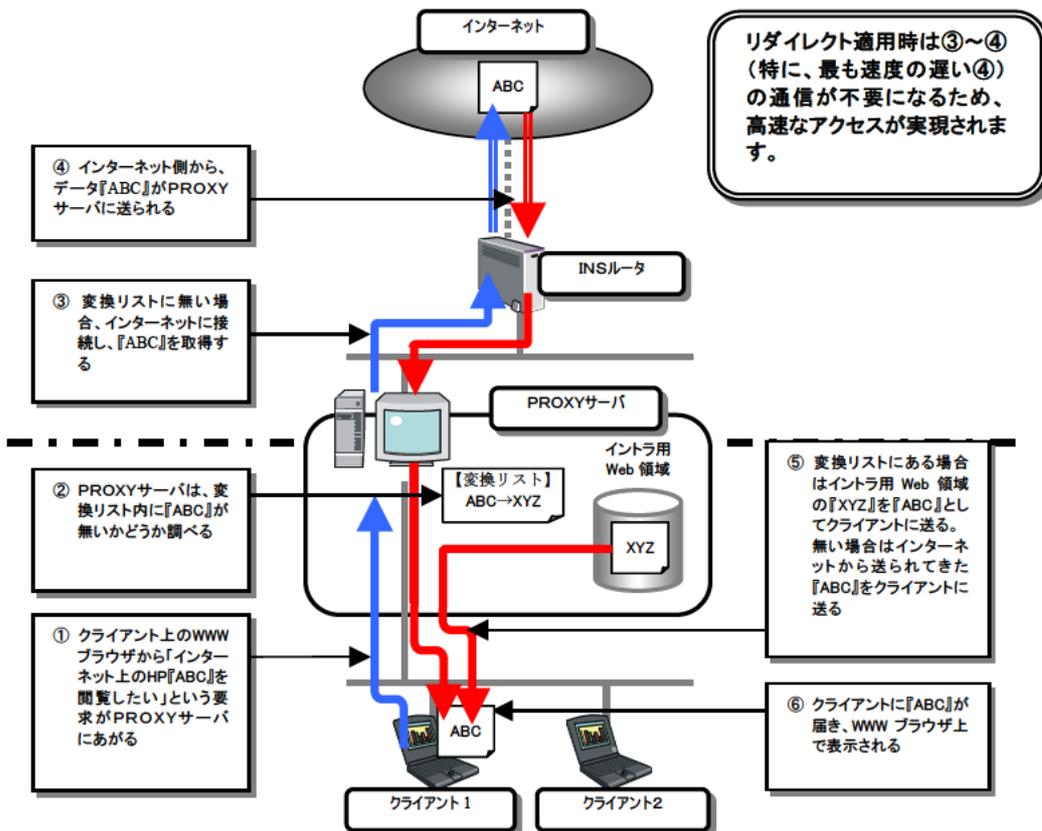


図 9.3.4 リダイレクト機能

リダイレクト機能は、多くの方が興味を持つホームページがあり、そのページのデータが入手可能な場合に非常に有効である。

今回のホームページでは、以下のページをリダイレクト登録。

- ・北大東村ホームページ：<http://vill.kitadaito.okinawa.jp/>
- ・南大東島ホームページ：<http://www.vill.minamidaito.okinawa.jp/>
- ・北大東村立北大東小中学校ホームページ
<http://www.ii-okinawa.ne.jp/people/kitadai/>

(3) 回線の複数化による負荷分散

ISDN回線複数用意することで、1回線あたりの負荷を軽減し、インターネットからのデータ取得を高速化する。それぞれの回線を使用するPROXYサーバが互いにキャッシュを共有するために、不要な通信を低減することができる。図9.3.5に、回線の複数化による負荷分散を示す。

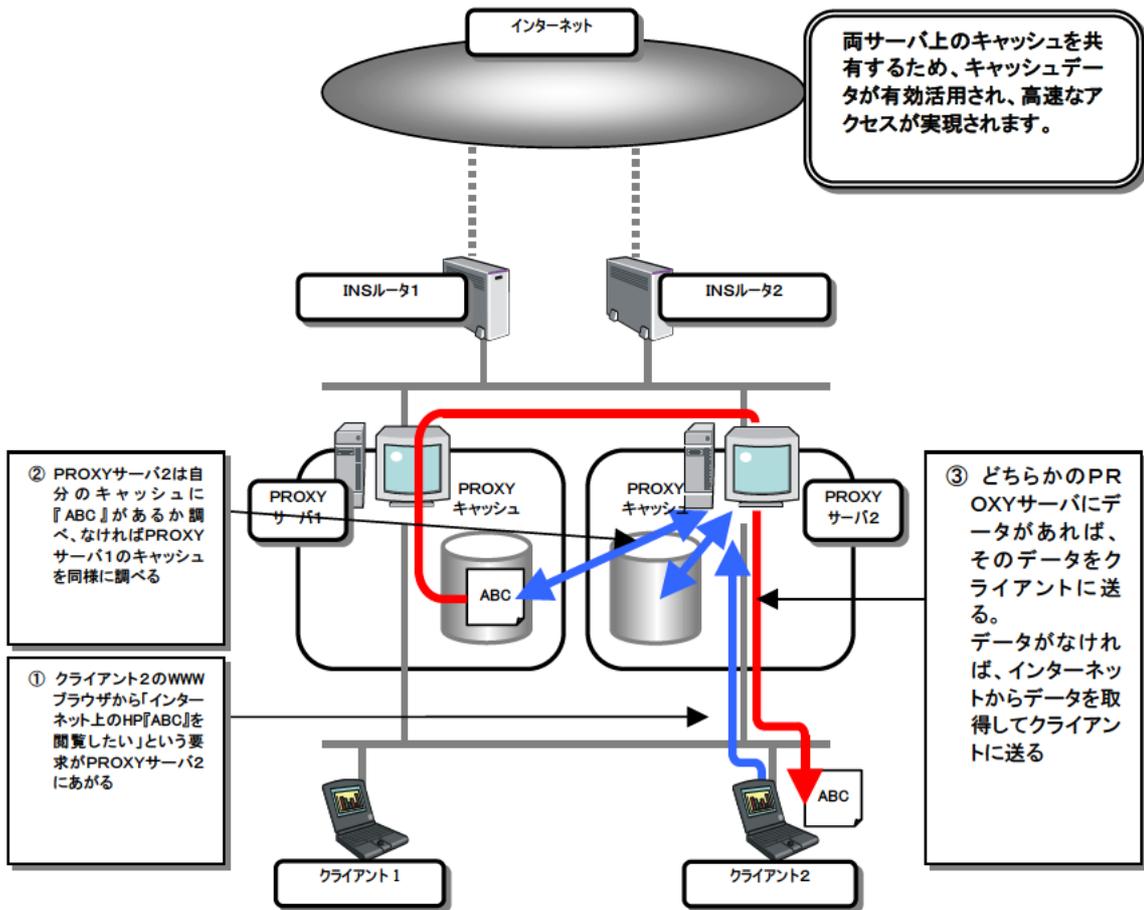


図 9.3.5 回線の複数化による負荷分散

9.3.4 展望カメラ

ホームページのトップページから「展望カメラ」をクリックすると、展望カメラ制御画面が表示される。この画面では、あらかじめ登録された地点のライブ映像をリアルタイムで確認できるほか、カメラの制御（上下左右、ズーム）も可能である。図 9.3.6 に展望カメラ画面を示す。



図 9.3.6 展望カメラページ

以下に展望カメラ操作方法を示す。

①現在の展望カメラの映像

現在のカメラ画像を表示する。

②パン／チルト制御

矢印ボタンをクリックすると、カメラの向きがその方向に変化する。上下：90度、左右：350度の範囲で制御できる。

③ズーム制御

矢印ボタンをクリックすると、カメラのズームを制御できる。

④登録地点の映像

ボタンをクリックすると、その地点の映像が表示される。

9.3.5 ムービーシアター

ホームページのトップページから「ムービーシアター」をクリックすると、ムービーシアター画面が表示される。登録された動画映像を、この画面から指定・再生することが可能である。図9.3.7に、ムービーシアター画面を示す。



図9.3.7 ムービーシアター画面

以下にムービーシアター操作方法を示す。

①動画映像へのリンク

リンクをクリックすると、Windowsメディアプレイヤーが起動し、選択した動画映像が再生される。

②動画映像の情報

動画映像の情報（ファイル名、登録年月日など）が表示される。再生する場合は、①の動画映像へのリンクをクリックする。

9.3.6 屋内カメラ会議システム

モニタ施設の中で、北大東村役場と宿泊施設には、屋内カメラが設置されており、両モニタPC端末で専用ソフトを起動することで、映像と音声による双方向会話が可能となる。ユーザー名とパスワードを入力すると、専用ソフト画面上で、現在のカメラ映像と音声再生される。図9.3.8には、屋内カメラの表示状態を示す。

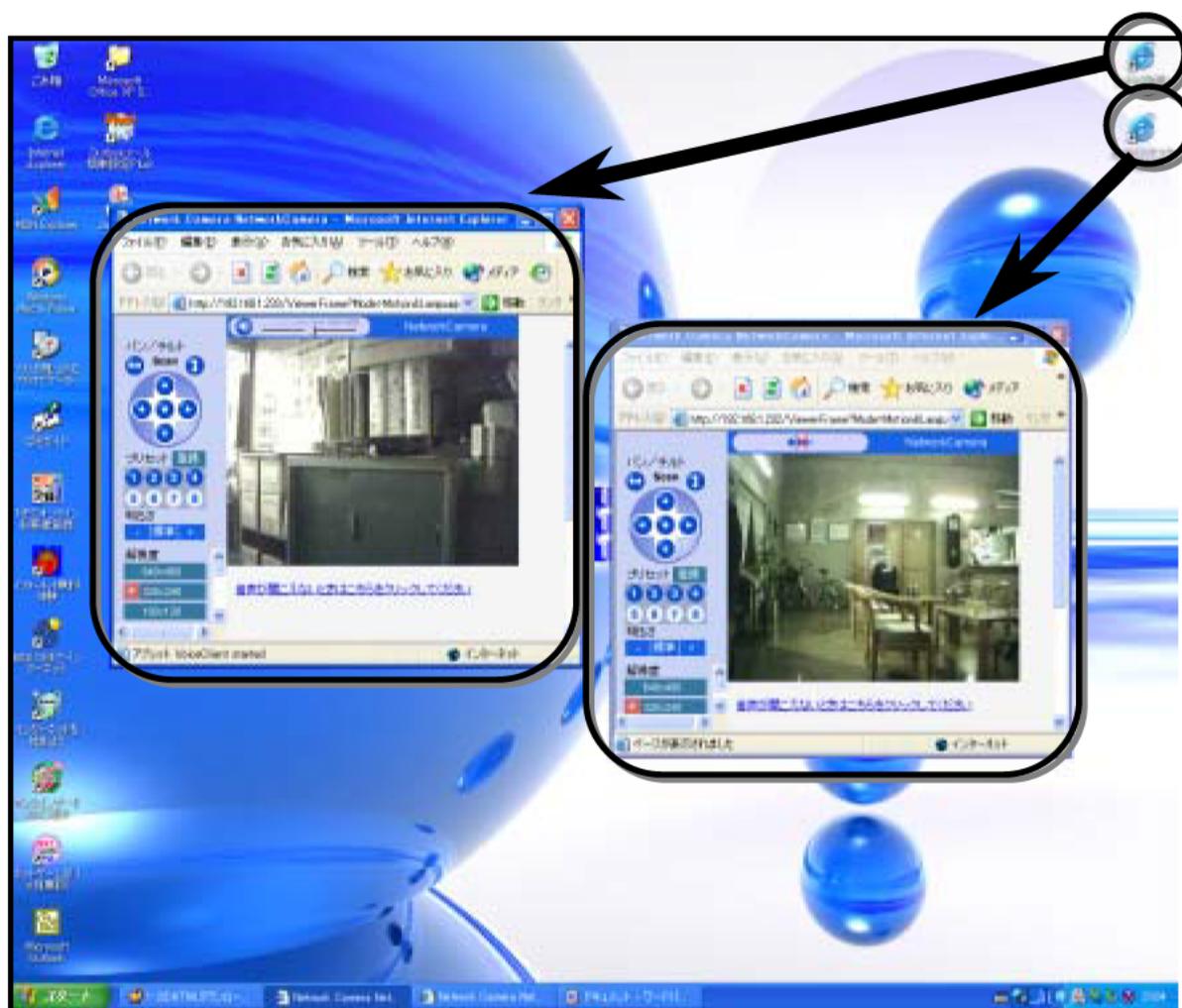


図9.3.8 屋内カメラ会議システム

図9.3.9に、屋内カメラのカメラを制御する機能と操作方法を示す。



図9.3.9 屋内カメラの操作

屋内カメラ会議システム専用ソフトの使用方法を以下に示す。

①現在のカメラ映像

現在のカメラ映像を表示する。

②音声ボリューム

カメラ設置箇所の音声の再生ボリュームを変更できる。

③チルトスキャンボタン

クリックするとカメラ映像が自動的に上下し、1往復した時点で停止する。
上下方向の映像を一通り確認したい場合にクリックする。

④パンスキャンボタン

クリックすると、カメラ映像が左右に自動的に動き、1往復した時点で停止する。
左右方向の映像を一通り確認したい場合にクリックする。

⑤パン/チルト/ホームポジション

矢印ボタンをクリックすると、その方向にカメラの向きを変更できる。

9.4 アンケート用紙

9.4.1 宿泊施設（ハマユウ荘） アンケート用紙

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

はまゆう荘インターネット端末ご利用の方へ
(アンケート記載のお願い)

北大東村役場
日本電気株式会社

本端末で閲覧戴いておりますインターネットは、南大東島と北大東島間を
18GHz 帯無線アクセスシステムで接続するという実証試験により、提供されて
います。

本調査研究会のニーズ調査として、ご利用された方へアンケートをお願いし
ております。この結果は、本調査研究会の報告書に掲載されるとともに、今
後の北大東島のインターネット環境整備に役立つ資料となります。

以上の主旨をご理解の上、アンケートにご協力いただけますようお願いいた
します。

なお、本アンケートは上記の目的以外に使用することはありません。

【利用者アンケート】 該当する番号に をつけて下さい

- 1 . あなたは北大東村にお住いの方ですか？
1 . はい 2 . いいえ
- 2 . ホームページ閲覧のスピードはいかがですか？
1 . 満足 2 . やや満足 3 . 普通 4 . やや不満足 5 . 不満足
- 3 . ご利用された内容を次の中から選んで下さい（複数回答）
1 . 北大東ホームページ
2 . 旅行関係のホームページ（航空会社、宿泊など）
3 . ニュース 4 . 天気予報 5 . 企業ホームページ
6 . Webメール
7 . その他（ ）
- 4 . 実証試験ホームページでご覧になったコンテンツを次の中から選んで下さい（複数回答）
1 . 北大東村ホームページ 2 . ライブカメラ
3 . 北大東小中学校ホームページ
4 . 見ていない
- 5 . 本宿泊施設（はまゆう荘）にこのようなインターネット端末があることについていかがですか？
1 . 継続して設置して欲しい 2 . 必要ない 3 . どちらでもよい
- 6 . その他、ご意見、ご感想があれば自由にお書き下さい

ご協力ありがとうございました

9.4.2 各施設 アンケート用紙

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

北大東村 モニタ施設 インターネット端末ご利用の方へ
(アンケート記載のお願い)

北大東村役場

日本電気株式会社

本端末で閲覧戴いておりますインターネットは、南大東島と北大東島間を 18GHz 帯無線アクセスシステムで接続するという実証試験により、提供されています。本調査研究会のニーズ調査として、ご利用された方へアンケートをお願いしております。この結果は、本調査研究会の報告書に掲載されるとともに、今後の北大東村のインターネット環境整備に役立つ資料となります。

以上の主旨をご理解の上、アンケートにご協力いただけますようお願いいたします。

なお、本アンケートは上記の目的以外に使用することはありません。

【利用者アンケート】 該当する番号に をつけて下さい

- 1 . 実証実験のインターネット閲覧用端末（PC）が、あることを、ご存知でしたか？
1 . 知っている。 2 . 知らなかった。
- 2 . 今回の実証試験インターネット閲覧用端末（PC）で、インターネットをご使用されましたか？
1 . はい 2 . いいえ
- 3 . 2項で“はい”と答えた方に質問です。
ホームページ閲覧のスピードはいかがですか？
1 . 満足 2 . やや満足 3 . 普通 4 . やや不満足 5 . 不満足
- 4 . 2項で“はい”と答えた方に質問です。
実証試験ホームページでご覧になったコンテンツを次の中から選んで下さい（複数回答可）
1 . 北大東村ホームページ
2 . ライブカメラ
3 . 北大東小中学校ホームページ
4 . ムービーシアター
5 . 見ていない
- 5 . 2項で“はい”と答えた方に質問です。
インターネットをご利用された内容を次の中から選んで下さい（複数回答可）
1 . 北大東ホームページ
2 . 旅行関係のホームページ（航空会社、宿泊など）
3 . ニュース
4 . 天気予報
5 . 企業ホームページ
6 . Webメール
7 . その他（ ）

- 6 . 2項で“はい”と答えた方に質問です。
どれくらいの頻度でご利用になりましたか？
1 . ほぼ毎日 2 . 2～3日に1回 3 . 1週間に数回程度
4 . 1ヶ月に数回程度 5 . 2～3ヶ月に数回
- 7 . 2項で“はい”と答えた方に質問です。
ご利用された時間は、いつごろですか？
1 . 0時～6時 2 . 6時～12時
3 . 12時～18時 4 . 18時～24時
- 8 . 2項で“いいえ”と答えた方に質問です。
1 . 有ることを知らなかった。
2 . 使い方が良く判らない。(何が出来るか判らない。)
3 . 別に使わなくても良い。
- 9 . このようなインターネット端末は、どのような事に使用できると便利だ
と思いますか？
(複数回答可)
1 . 住民交流(村内無料専用電話、TV電話など)
2 . 住民交流(村内掲示板：村内伝達事項の掲示など)
3 . 住民交流(各種申請書の問い合わせなど)
4 . 住民交流(防災情報など)
5 . 交通情報(飛行機の運行情報、定期船の運行情報など)
6 . 地域情報(気象予測など)
7 . 遠隔交流授業(学校間交流授業)
8 . ライブカメラ
9 . Web閲覧
- 10 . このようなインターネット端末があることについていかがですか？
1 . 継続して設置して欲しい 2 . 必要ない 3 . どちらでもよい
- 11 . 現在、個人でPCは、お持ちですか？
1 . はい 2 . いいえ

12 . 12項で“はい”と答えた方に質問です。

現在、インターネット接続環境でご使用をされていますか？

1 . はい 2 . いいえ

13 . 12項で“いいえ”と答えた方に質問です。

インターネット接続環境でのご使用を希望されますか？

1 . はい 2 . いいえ

14 . 月額利用料が、いくらなら導入したいですか？

1 . ~ 2千円 2 . ~ 3千円 3 . ~ 5千円

4 . ~ 1万円 5 . いくらでも良い。

15 . その他、ご意見、ご感想があれば自由にお書き下さい

[

ご協力ありがとうございました

9.4.3 住民調査 アンケート用紙

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

北大東村 インターネット環境の整備促進 アンケート記載のお願い

北大東村役場

日本電気株式会社

現在、北大東村では、「南北大東地区における準ミリ波帯公共業務用無線アクセスシステム等を活用したインターネットアクセスに関する調査研究会」との名称で、総務省の実証実験を、平成15年10月1日～3月31日までの予定で、インターネット接続端末を下記の各施設に設置中です。

【インターネット接続端末 施設】

- ・ 北大東村役場
- ・ 北大東村 農協
- ・ 北大東村立幼稚園
- ・ はまゆう荘

インターネット接続は、南大東島と北大東島間を18GHz帯無線アクセスシステムと5GHz帯無線LANシステムで接続するという無線アクセスシステムでの実証試験により、提供されています。

本調査研究会では、北大東村の皆様のニーズ調査として、皆様方の率直なご意見を戴きたく、アンケートをお願いしております。

この結果は、本調査研究会の報告書に掲載されるとともに、今後の北大東村のインターネット環境整備に大いに役立つ資料となります。

以上の主旨をご理解の上、アンケートにご協力いただけますようお願いいたします。

なお、本アンケートは上記の目的以外に使用することはありません。

- 5 . 実証実験のインターネット端末があることを、ご存知でしたか？
1 . 使ったことがある。 2 . 知っていたが使っていない。
3 . 知らなかったが是非使ってみたい。 4 . 知らなかった。
5 . 別に使わなくても良い。
- 6 . このようなインターネット端末があることについていかがですか？
1 . 継続して設置して欲しい 2 . 必要ない 3 . どちらでもよい
- 7 . 現在、個人でPCは、お持ちですか？
1 . はい 2 . いいえ
- 8 . 7項で“ はい ”と答えた方に質問です。
現在、インターネット接続環境でご使用をされてますか？
1 . はい 2 . いいえ
- 9 . 7項で“ いいえ ”と答えた方に質問です。
インターネット接続環境でのご使用を希望されますか？
1 . はい 2 . いいえ
- 10 . 初期費用がいくらなら導入したいですか？
1 . ~ 3千円 2 . ~ 5千円 3 . ~ 1万円
4 . 無料ならば 5 . いくらでも良い。
- 11 . 月額利用料が、いくらなら導入したいですか？
1 . ~ 2千円 2 . ~ 3千円 3 . ~ 5千円
4 . ~ 1万円 5 . いくらでも良い。
- 12 . その他、ご意見、ご感想があれば自由にお書き下さい

ご協力ありがとうございました

9.5 気象庁データ

南大東気象台の天気、風向き、降雨量に関し、平年の30年間統計データと平成15年と平成16年のデータを示す。

9.5.1 平年気象データ

平年30年統計の気象データを、表9.5.1に、図9.5.1にグラフを示す。

表9.5.1 平年気象データ

	平均気温	最高気温	最低気温	日照時間	降水量	積雪の深さ最大
単位				時間	mm	cm
統計期間	1971～2000	1971～2000	1971～2000	1971～2000	1971～2000	1971～2000
資料年数	30	30	30	30	30	30
1月	17.5	20.5	14	120.5	101.3	
2月	17.6	20.5	14.3	109.8	88.6	
3月	19.2	22.3	16	145.6	89.8	
4月	21.6	24.6	18.8	159.6	117.3	
5月	23.8	26.7	21.2	180.2	182.1	
6月	26.5	29.2	24.3	214.8	192.7	
7月	28.2	31.3	25.5	262.2	135.8	
8月	27.9	30.9	25.3	235.5	197.9	
9月	27.3	30.5	24.2	225.4	123.9	
10月	25.3	28.3	22.4	178.4	179	
11月	22.5	25.1	19.9	126.6	123.9	
12月	19.3	22.1	16.1	112.7	117.5	
全年	23.1	26	20.2	2071.2	1649.8	

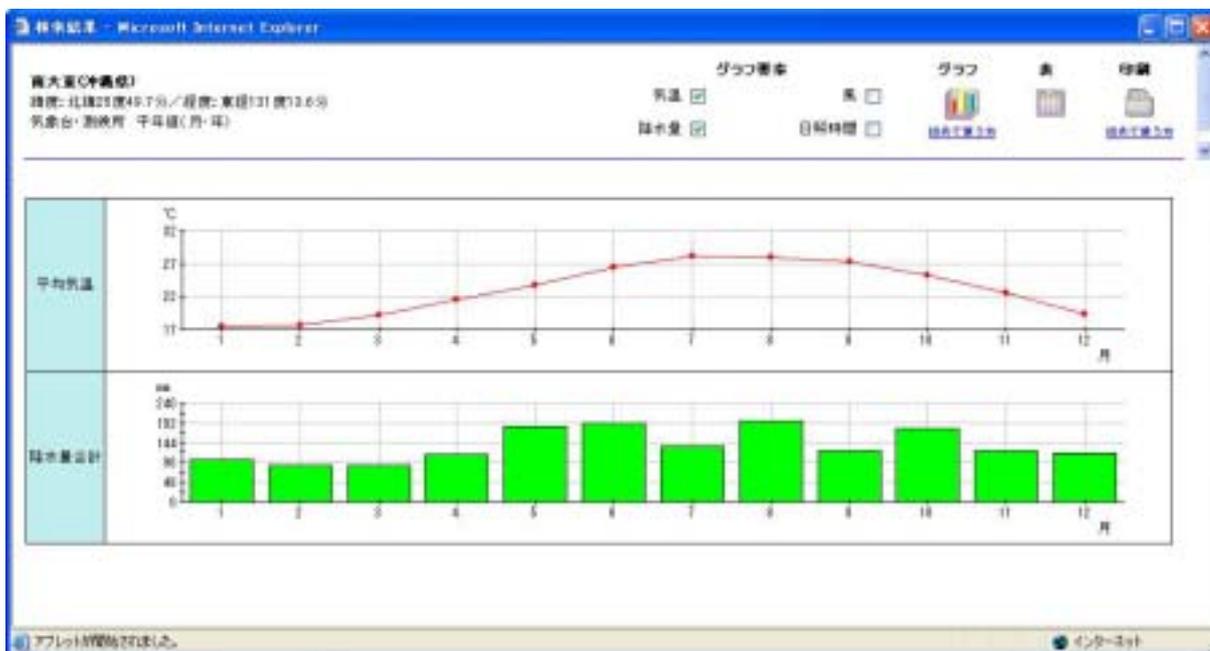


図9.5.1 平年気象データ グラフ

9.5.2 試験期間中の気象データ

試験期間中(平成15年10月1日~平成16年3月10日)の月毎の累積降水量を表9.5.2に、グラフを図9.5.2に示す。

表9.5.2 試験期間中 気象データ

月	平均気温	最高気温	最低気温	平均相対湿度	平均風速	最大風速	風向	最大週間風速	風向	降水量	日降水量の最大
				%	m/s	m/s		m/s		mm	mm
2003年1月	16.3	23.9	6.4	66	4.6	12.6	北西	22.2	北西	57	23.5
2003年2月	18.2	24.4	7.1	71	4.3	12.3	北西	21.3	北西	13	5.5
2003年3月	18.4	25.3	10.6	73	4.7	10.4	東	17.1	東	49	15
2003年4月	22.1	28.7	14.9	87	4.6	10.2	北北西	17.6	北北西	52	32
2003年5月	24.8	29.8	19.3	87	4.4	17.5	南南東	31.1	東南東	299	83
2003年6月	26.5	31.6	18.6	90	4.5	12.9	南南西	23.9	南	249.5	115
2003年7月	29	33.8	22.5	81	3.7	9	西南西	15	西	61	32
2003年8月	28.8	33.1	23.7	85	4.5	21	南	35	南南東	64.5	20.5
2003年9月	28.1	32.6	20.7	81	5.7	16.9	南	28.4	南	142	44
2003年10月	24.6	30.4	14.2	72	4.6	11.4	北	22	南南西	92	45
2003年11月	24	29.7	17.4	83	5	14.4	北	26.1	北	194	91
2003年12月	18.9	26	7.8	66	4.6	12.2	北西	20.2	北西	15.5	5
2004年1月	17.3	25.3	6.9	72	4	12.3	北北西	22.3	北西	74.5	21
2004年2月	17.7	24.7	8.1	70	4.4	13	南南東	23.7	北北東	98	75

平成15年1月~平成16年2月の降雨量

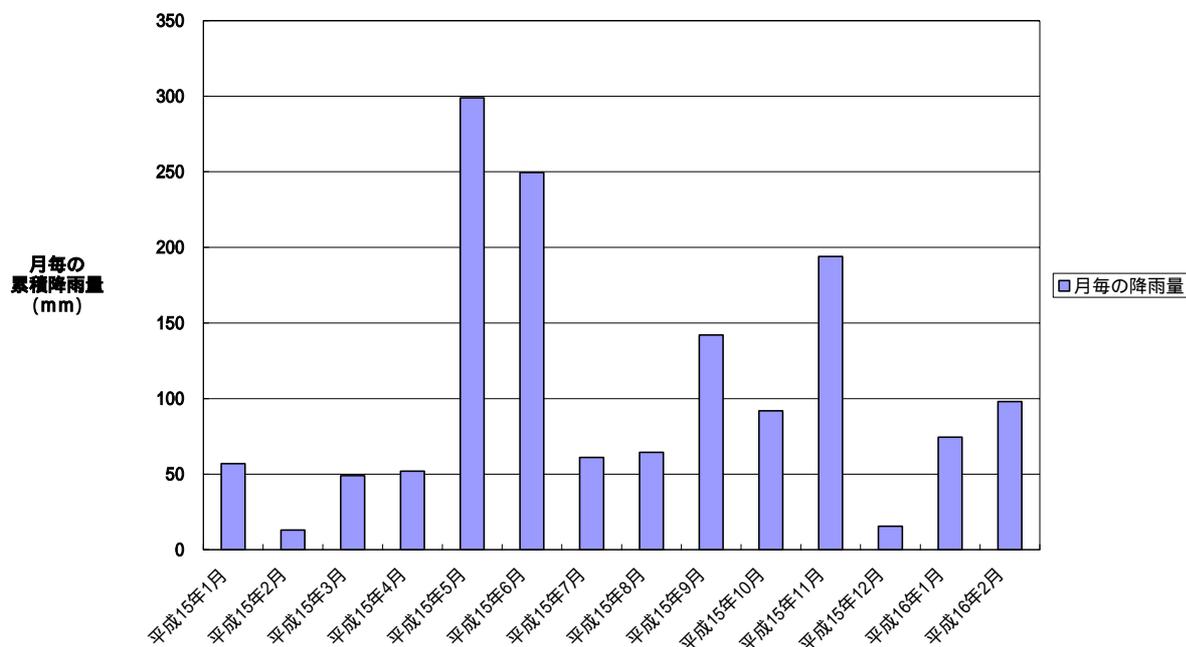


図9.5.2 試験期間中 気象データ グラフ

第 1 0 章 付録

第 10 章 付録

10.1 用語集

【100BASE-TX】

より対線(ツイストペアケーブル)を伝送媒体に用いた 100Mbps の LAN インタフェース。1 集線装置(ハブ)を介して各機器を接続するスター型 LAN。

【1 分間降雨強度】

降雨強度とは雨量強度とも言われ、雨の強さを表す。

ある時間内の雨量をある単位時間で割った値をその時間の(平均)降雨強度と呼び、時間の長短に関わらず [mm/h] の単位で表記することが多い。

1 分間降雨強度なら、1 分間に降る雨の量。

【BER】(Bit Error Rate)

符号誤り率。何ビット転送すると誤ったビットの転送が発生するかの割合。

【FTP】(File Transfer Protocol)

インターネットやイントラネットなどの TCP/IP ネットワークでファイルを転送するときに使われるプロトコル。

【FWA】(Fixed Wireless Access)

無線による加入者系データ通信サービスの方式の一つ。数 Mbps から数十 Mbps の高速なデータ通信を行うことができる。FWA 技術は、光ファイバ・システムの(有線)アクセス・ネットワークへの導入によって、「ラスト 1(ワン)マイル」(電話局あるいは ISP から家庭あるいはオフィスまでのアクセス・ネットワークの最後の 1 マイルのこと)の無線化に利用が見込まれる。

【HTTP】(HyperText Transfer Protocol)

Web サーバとクライアント(Web ブラウザなど)がデータを送受信するのに使われるプロトコル。

【HUB】

スター型 LAN で使われる集線装置。各機器に接続されたケーブルはいったんハブに接続され、ハブを介して相互に通信する。

【IEEE802.11a】

IEEE(米国電気電子学会)でLAN技術の標準を策定している802委員会が定めた無線LANの規格。5GHz帯の無線で54Mbpsまでの通信を行なう。

【IP】(Internet Protocol)

OSI基本参照モデルの第3層(ネットワーク層)に属するプロトコル。ネットワークに参加している機器の住所付け(アドレッシング)や、相互に接続された複数のネットワーク内での通信経路の選定(ルーティング)をするための方法を定義している。

【ISDN】(Integrated Services Digital Network)

電話やFAX、データ通信を統合して扱うデジタル通信網。日本では「INSネット」の名称でサービスが提供されている。2回線同時に使用できるので、電話をかけながらインターネットに接続したりできる。また、2回線を束ねて128Kbpsの高速通信を行うことも可能である。

【L2SW】

データリンク・レイヤ(第2層)のアドレス情報を用いてスイッチングを行う機器のこと。レイヤ2(第2層)で動作するEthernetスイッチ(あるいはスイッチングHUB)やFDDIスイッチなどがこれに当たる。

【L3SW】

ネットワーク・レイヤ(第3層)のアドレス情報であるIPアドレスを用いて、スイッチングを行う通信機器のことです。ルータがこれに当たる。

【MIB】(Management Information Base)

SNMPで管理されるネットワーク機器が、自分の状態を外部に知らせるために公開する情報のこと。

【OFDM】(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)

直交周波分割多重方式。無線アクセス技術の1つで、高速に送信されるデジタル信号を高品質に伝送する方式の1つ。FDM(周波数分割多重)では高速なデータ信号を低速で狭帯域なデータ信号に変換し周波数軸上で並列に伝送するが、OFDMではさらに直交性を利用し、周波数軸上でのオーバーラップを許容している。複数の搬送波を一部重なりあいながらも互いに干渉することなく密に並べることができることから、狭い周波数の範囲を効率的に利用した広帯域伝送を実現し、周波数の利用効率を上げている。

【PC】 (Personal Computer)

個人使用のためのコンピュータである(パーソナル=個人)。通常は、IBM PC/AT 互換機の意味で使われることが多い。

【Proxy サーバ】

ファイアーウォールの内側にあるクライアントからインターネットへのアクセス要求(HTTP、FTP など)を受け付け、クライアントに代わってインターネットへの接続を務めるサーバの総称。

クライアントはProxyサーバ経由でファイアーウォールを越えてインターネットへ接続し情報を送受信することが出来る。

Proxyサーバは自分を経由したデータを蓄積(キャッシュ機能)することが出来るため、同一データへの要求がクライアント側からされた場合は蓄積されたデータをクライアントへ送ることによって速度の向上にも貢献する。

「Proxy」とは「代理」の意味。

【RJ-45】

ケーブルをつなぐコネクタ形状の一つ。Ethernet ケーブルや ISDN 回線などで使われる、8 芯のモジュラ式コネクタ。

【RS-232C】 (Recommended Standard 232 version C)

アメリカ電子工業会 (EIA : Electronic Industries Association) によって、ITU-T の V.24 (DTE-DCE 間の相互接続に関する定義) / V.28 (不平衡複流相互接続回路に関する電気的特性) に基づいて規格化されたコンピュータなどのデータ端末装置 (DTE : Data Terminal Equipment) と、モデムなどのデータ回線終端装置 (DCE : Data Circuit-terminating Equipment) との間のシリアル・インタフェース (電気信号を 1 ビットずつ順次送信する直列のインタフェース)。

【RSSI】 (Receive Signal Strength Indication)

受信信号強度検出, または電界強度検出。受信している電波信号の強さを数値化したもの。

【SNMP】 (Simple Network Management Protocol)

ルータやコンピュータ、端末など、ネットワークに接続された通信機器をネットワーク経由で監視・制御するためのプロトコル。制御の対象となる機器は MIB と呼ばれる管理情報データベースを持っており、管理を行う機器は対象機器の MIB に基づいて適切な設定を行う。

【UDP】(User Datagram Protocol)

ユーザーデータグラムプロトコル。あるマシン上のアプリケーションが他のマシン上のアプリケーションにデータグラムを送信できるような簡易プロトコル。配送は保証されず、データグラムが正しい順序で配送されるかどうかも保証されない。

【UPS 装置】

無停電電源装置。バックアップ用の電池(または発電機)を内部に持ち、停電が発生してもシステムに電源電力を供給する装置。

【イントラネット】

WWW や TCP/IP などのインターネットで普及している技術を使って構築された LAN。インターネットとの大きな違いは、社内だけとか限定されたネットワーク内での利用となっている点。WWW を使用してデータの検索や電子掲示板の利用などを行うことが出来る。すでに普及している技術を使用しているので比較的手間もかからず、クライアント側はインターネットブラウザだけで簡単にサービスを利用できるのが特徴。「イントラ」とは「内部の」という意味。

【インピーダンス】

回路における交流的な抵抗。ただ単に「抵抗」といった場合は、直流抵抗(純抵抗)を指すことが多い。

【オムニアンテナ】

指向性の無いアンテナ。

【画像サーバ】

画像・動画などを内部に保存し、クライアントの要求に対して情報を提供・保存する装置。

【キャッシュ機能】

Proxy サーバ機能のうちの一つで、インターネットなどから一度取り出した情報を、次回また使うときに備えて一時的に保管しておく機能。

【降雨マージン】

降雨により損失すると予想される無線機の受信電力低下量。

【コンテンツ】

コンテンツとは一般に、新聞の「記事」、テレビの「番組」、音楽 CD の「曲目」、ショッピング用の「カタログ」情報等の内容のことを指す。インターネットで扱われるコンテンツは、一般に Web コンテンツとも言われ、例えば MP3 で圧縮された音楽や、ホーム・ショッピング用の「電子カタログ」など、多岐にわたるコンテンツがある。

【準ミリ波】

およそ 1 ~ 30GHz のマイクロ波のうち、ミリ波との境界域のおよそ 10 ~ 30GHz 帯の電磁波。

【スペクトラム波形】

情報（送信データ）を運ぶキャリア（搬送波）を周波数軸から見た場合の波形。

【スペクトラムアナライザ】(Spectrum Analyzer)

入力信号を周波数ごとに分解し、横軸に周波数、縦軸に信号成分の大きさを取り、各信号成分の分布を表示する測定器。

【スループット】

ネットワークのデータ伝送効率を示す。単位時間当たりのデータ転送量を示し、単位は bps (bit per second、ビット/秒) などを用いる。

【セクタアンテナ】

指向性が扇形のアンテナ。物によって無線エリアの角度が異なり、今回の実験においては、30° と 70° の物を使用した。

【同軸ケーブル】

高周波伝送用ケーブルで、銅線と絶縁体が同心円上に配置されている。外部への信号漏れが少なくノイズに強い。

【ネットワークカメラ】

ネットワークに接続し、撮影画像をリアルタイム配信することができるビデオカメラ。パソコンを使用することで、カメラ映像をネットワーク(インターネット)を通じて見るができる。

【ノッチ現象】

無線電波の正規波と反射波が合成されることにより、ある特定の周波数成分が著しく低下する現象。

【パケット】

通信データを一定の大きさに分割し、アドレスを付けて転送するときのデータの単位。

【パラボラアンテナ】

おわん型のアンテナで、電波の指向性が非常に強いのが特徴。通信相手の方向に向けて設置される。

【ブロードバンド】

高速な通信回線の普及によって実現される次世代のコンピュータネットワークと、その上で提供される大容量のデータを活用した新たなサービス。光ファイバーやCATVなどの有線通信技術や、FWA、IMT-2000といった無線通信技術を用いて実現される。

【変調】

信号を利用して、情報をコード化して転送するために、キャリア波に対して変更を加えること。アナログ信号におけるキャリア波は、一定の振幅と周波数、位相を持つ波で、これを変化させることで情報を相手先に転送する。

【マルチパス】

携帯電話やテレビなどの無線信号において、基地局から送信された電波が建物や地形などの障害によって反射・回折し、端末が複数の経路から同じ電波を受信してしまうこと。マルチパスが生じ、端末が複数の経路からの電波を受信してしまうと、複数の経路距離が異なる(伝送にかかる時間の異なる)経路の電波を受信するため、波形に位相のずれが生じてしまう。このため、受信した電波にノイズが生じたり、符号の復号化ができなくなってしまうこともある。携帯電話では、相手の話す声がこだましているような印象を受けたり、都心部のビル街で圏外となってしまうたりする場合にマルチパスが発生している。テレビ放送では、画面上の映像が重なり合って表示される「ゴースト」が現象が生じている場合がマルチパス障害である。

【マルチパスフェージング】

電波無線または光無線において、電波または光が建物等の構造物に当たって反射や散乱を受けた場合に、最短距離以外の経路で到達することによって相互干渉が発生し、通信に悪影響が現れる現象。

【無線 LAN】

電磁波(電波)や光(赤外線)など、無線(有線ケーブル以外)の伝送路を利用した LAN(構内情報通信網)のこと。有線ケーブルの大半を省略できるので、パソコンなどの端末を比較的容易に移動できる。短所は、有線 LAN に比べて通信速度が制限されること、他の機器から発生する電磁ノイズに影響されやすい場合があること、端末 1 台あたりの費用が高価なことなど。多くの場合、パソコンなどの端末に無線通信アダプタを接続することで、無線 LAN システムを構築する。

【リダイレクト機能】

Proxy サーバ機能のうちのひとつで、特定のホームページの内容をすべて取り込んでおき、そのホームページにアクセスがあった場合、インターネットから情報を入手するのではなく、Proxy サーバ内に取り込んであるデータをクライアントへ転送する機能。

【ルータ】

インターネット・システムの中核的な役割を果たすネットワークの相互接続装置(第 3 層のネットワーク層で動作)。ネットワーク層のアドレスを見て、どの経路を通して転送すべきかを判断する中継(ルーティング)機能や IP パケット(アプリケーション・データ)の種類によって通過させるか通過させないかを判断するフィルタリング機能などを備えている。

【ラストワンマイル】

最寄の電話局(収容局)などのアクセスポイントからユーザ宅までの接続のこと。インターネット側から見て「最後の 1 マイル」という意味だが、ユーザ側から見て「最初の 1 マイル」であることから「ファーストワンマイル」と表現されることもある。プロバイダ間などインターネット側の高速化は進んでいるが、ラストワンマイルが依然として低速で高価であったり、アクセスポイントまでの接続方法が無いことが問題になっており、そのことを言及する際に使われる用語。

10.2 参考文献・資料

HP

総務省 沖縄総合通信事務所 報道資料

http://www.okinawa-bt.soumu.go.jp/hodo/03_08_26_2.html

http://www.okinawa-bt.soumu.go.jp/hodo/03_12_17_1.htm

http://www.okinawa-bt.soumu.go.jp/hodo/04_02_18_02.htm

気象庁 電子閲覧室

<http://www.data.kishou.go.jp>

文献

「降雨による電波の減衰量の推定に関する統計的研究」

(研究実用化報告第19巻第1号(1970))