

防災情報を住民へ伝達する簡易な無線システム
のための周波数有効利用技術に関する調査検討
報告書

平成 30 年 3 月

防災情報を住民へ伝達する簡易な無線システムのための
周波数有効利用技術に関する調査検討会

まえがき

誠に残念なことながら、我が国は例年災害に見舞われています。国や自治体レベルで防災・減災の努力を行なっているにも関わらず、貴重な人命が奪われてしまう災害が後を絶ちません。自然の脅威が想定を超えることを目の当たりにして、いち早く安全な場所に避難することが極めて重要であると、私自身認識を新たにしています。

防災行政無線は、災害状況の周知や避難の呼びかけを担う最も重要な手段です。すべての住民に漏れなく伝達する必要性と設置効率・費用の点から、防災行政無線の受信機を多数の住戸からなる地域単位で設置し、そこから先は屋外設置のスピーカーを用いてサイレンや音声アナウンスで周知する形態が一般的です。ただ、台風や大雨などの状況ではスピーカーからの音声が聞き取りにくくなり、場合によっては聞き逃す恐れがあることが住民の方々から指摘されています。これを解消するには、各戸に防災行政無線の受信機を設置する必要があります。しかし、スマートフォンなど広く普及している通信機器と異なり、防災行政無線の受信機は少量・特殊なため安価に入手することが困難です。このことが、防災行政無線受信機的全戸配布を阻む大きな障壁となっています。このような危険な状況を完全に無くすため、総務大臣の指示により全戸で防災情報が受信可能な方策の検討が現在進められています。

本調査検討会は、通話を安価に行える簡易無線に着目し、地域に設置されている防災行政無線の受信機から各戸へと簡易な無線によって伝達する形態の実現性について検討しています。簡易無線は現在種々の分野で広く使用されています。ただし、使用する周波数帯が防災行政無線よりも高いことや、音声符号化が人間の音声に特化したものであるなど、全戸配布を想定した場合に検証すべき事項が多くあります。本調査検討会では、これらを含む実験・検証を多岐に渡って行いました。本報告書は、この結果を通して簡易な無線の適用性を論ずるものです。防災行政に携わる全ての機関において、少しでもお役に立てれば幸いです。

なお、この場を借りて、本調査検討会の事務局をご担当頂いた一般財団法人電波技術協会をはじめ、関係各位に心より感謝申し上げます。

防災情報を住民へ伝達する簡易な無線システムのための
周波数有効利用技術に関する調査検討会
座長 大鐘 武雄

目次

第1章 調査検討の概要.....	1
1.1 調査検討の背景と目的.....	1
1.2 調査検討事項.....	1
第2章 実証試験.....	2
2.1 実証試験の目的と概要.....	2
2.1.1 実証試験の目的.....	2
2.1.2 実証試験の概要.....	3
2.1.2.1 受信機の基本的な電気特性試験.....	3
2.1.2.2 フィールド試験.....	4
2.1.3 実証試験の場所.....	7
2.2 事前条件確認.....	8
2.2.1 事前条件確認の概要.....	8
2.2.2 事前条件確認の結果.....	8
2.2.2.1 しなの児童館.....	9
2.2.2.2 市役所.....	10
2.2.2.3 水防センター.....	11
2.2.2.4 東部支所.....	12
2.2.2.5 美笛キャンプ場センターハウス.....	13
2.2.2.6 支笏湖支所.....	14
2.3 実証試験結果と考察.....	15
2.3.1 基本的な電気特性試験（作業ベンチ）の結果.....	15
2.3.2 フィールド試験の結果.....	20
2.3.2.1 屋外ノイズ.....	20
2.3.2.2 屋内ノイズ.....	21
2.3.2.3 伝搬損失.....	22
2.3.2.4 ハイトパターン.....	24
2.3.2.5 反射波（水平パターン）.....	26
2.3.2.6 地形による伝搬特性（通達距離の調査）.....	28
2.3.2.7 建物・設置場所による伝搬特性（透過損失の調査）.....	38
2.3.2.8 同一干渉試験による伝搬特性（所要離隔距離の調査）.....	42
2.3.2.9 その他の実験項目.....	46
2.3.3 実証試験の考察.....	50

2.3.3.1 戸別受信機の受信特性に関する検証	50
2.3.3.2 戸別受信機の設置条件等に関する検証	54
2.3.3.3 周波数の繰り返し条件に関する検証	59
第3章 調査検討のまとめ	62
3.1 電波伝搬状況に関する技術的諸条件	62
3.1.1 市街地における電波伝搬	62
3.1.2 郊外地における電波伝搬	62
3.1.3 山間地における電波伝搬	63
3.1.4 建物、設置場所等による伝搬特性	63
3.2 電波有効利用の観点から周波数再利用	65
3.3 周波数帯を共用する又は隣接する周波数帯の他システムとの共用条件	68
3.3.1 同一周波数を共用する他システムとの共用条件	68
3.3.2 隣接する周波数の他システムとの共用条件	68
3.4 改正が必要な技術基準を始めとした各制度	70
3.5 簡易な無線システムによる通達距離の目安	70
3.6 簡易な無線システムの留意点と対応策	71
3.6.1 狭帯域デジタル無線の音声符号化方式の留意点	71
3.6.2 デジタル簡易無線局特有の運用上の留意点	71
3.6.3 簡易な無線システムの留意点への対応策	71
3.6.4 簡易な無線システムの低廉化について	72

第1章 調査検討の概要

1.1 調査検討の背景と目的

近年、大雨などの自然災害が頻繁に発生しており、災害が発生した際に迅速かつ的確な避難行動をとるため、市町村から発せられる災害情報や避難情報を住民に確実に伝達する防災行政無線は、災害時の情報伝達手段として大きな役割を担っている。

このような状況の中、高齢者や外国人の方々に必要な情報を提供する環境整備を図る総務省の「情報難民ゼロプロジェクト」において、防災行政無線の屋外拡声子局からの音声、大雨等の天候や建物の構造等により、屋内にいる住民等に聞き取られづらい場合があるとの提言がなされ、総務省の「防災行政無線等の戸別受信機の普及促進に関する研究会」（平成29年3月から6月まで開催）において、高齢者等の地域住民に、よりきめ細かく防災情報を行き渡らせる上で有効な戸別受信機の低廉化を図るための方策の一つとして、防災行政無線と簡易な無線システムとの接続も挙げられた。

当該研究会において、簡易な無線システムを利用することにより、防災行政無線よりも戸別受信機の屋外アンテナ設置数が減少する可能性があるが、屋外アンテナの設置数や簡易な無線システムの送信機数は、自治体の地理的条件等に伴う電波伝搬状況に影響を受けることに留意する必要があるとの課題が報告された。

本調査検討会は、デジタル簡易無線局や地域コミュニティ無線局（地域振興波無線局）等広く普及し低価格なシステムに着目し、汎用技術で構成された「400MHz帯無線方式を用いた簡易なシステム」による安価な戸別受信機の技術的検討を行ったものである。

1.2 調査検討事項

本調査検討においては、防災行政無線システムと連携される簡易な無線システムに関する次の事項について検討する。

- (1) 電波伝搬状況に関する技術的諸条件
- (2) 電波有効利用の観点から周波数再利用
- (3) 周波数帯を共用する又は隣接する他システムとの供用条件
- (4) 改正が必要な技術基準を始めとした各制度
- (5) その他必要な事項

防災行政無線システムと簡易な無線システムの具体的なイメージを図 1-1 に示す。

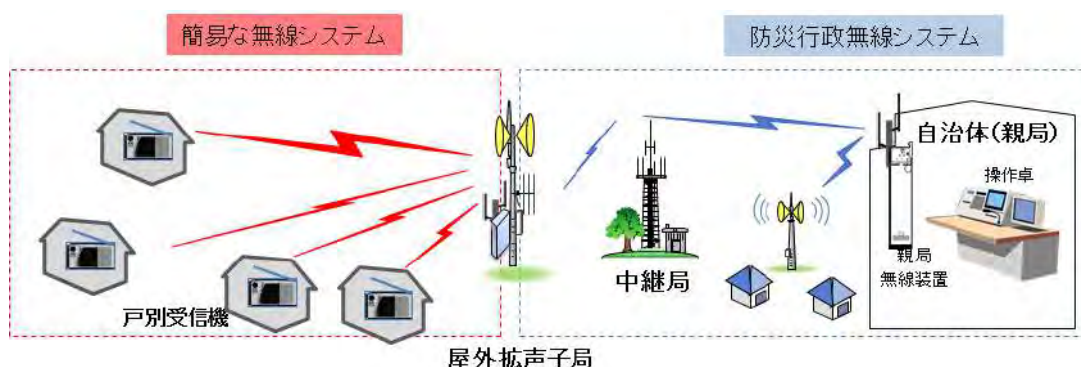


図 1-1 防災行政無線システムと簡易な無線システムの具体的なイメージ

第2章 実証試験

2.1 実証試験の目的と概要

2.1.1 実証試験の目的

防災情報を伝達することを目的として、同報系防災行政無線（デジタル方式）と連携が想定される 400MHz 帯デジタル簡易無線局を模した簡易な無線システムを用いた実証試験を実施した。

本実証試験を行うにあたって、簡易な無線システムの実験試験局を用いることとし、実施内容は次にあげる検証項目に沿って実施した。

1. 戸別受信機の受信特性に関する検証
 - (1) 受信機の基本的な電气的特性の試験
(作業ベンチ¹による受信機の感度、感度抑圧²、相互変調特性³)
 - (2) 周囲ノイズの実地確認
 - (3) 伝搬状況（伝搬損失⁴、反射波）の実地確認
2. 戸別受信機の設置条件等に関する検証
 - (1) 地形による伝搬特性測定（通達距離の調査）
 - (2) 建物、設置場所等による伝搬特性測定（透過損失の調査）
3. 周波数の繰り返し条件に関する検証
同一周波数の干渉試験による伝搬特性測定（所要離隔距離の調査）

¹ 作業ベンチ：無線機の特性を検証するための作業環境

² 感度抑圧：希望波信号を受信しているときにおいて、妨害波のために受信機の感度が抑圧される現象

³ 相互変調特性：二つの妨害波が受信機内の非直線部に加わり、希望波と同じ周波数を発生する歪現象

⁴ 伝搬損失：送信機から出力された電波が受信機に入るまでに減衰する度合い

2.1.2 実証試験の概要

今回の実証試験は大きく分けて、屋内の作業ベンチでの基本的電気特性試験と、屋外でのフィールド試験の二構成で進める。

なお、実験試験局として自営系無線システムとして汎用的に普及している 400MHz 帯デジタル簡易無線機（周波数のみ変更したもの）を用いた。諸元を付 13 ページの付属資料 6 の付表 1 に示す。

2.1.2.1 受信機の基本的な電気特性試験

作業ベンチによる受信機の感度、感度抑圧、相互変調特性を測定する。受信機の基本的な電気特性の測定系統図を図 2-1 に示す。

ここでは伝搬特性測定等で送信機として実験試験局を使用するため送信機の基本的な電気特性も測定する。

送信機の基本的な電気特性の測定系統図は付 10 ページ～付 12 ページの付属資料 5 の各測定系統図に示す。

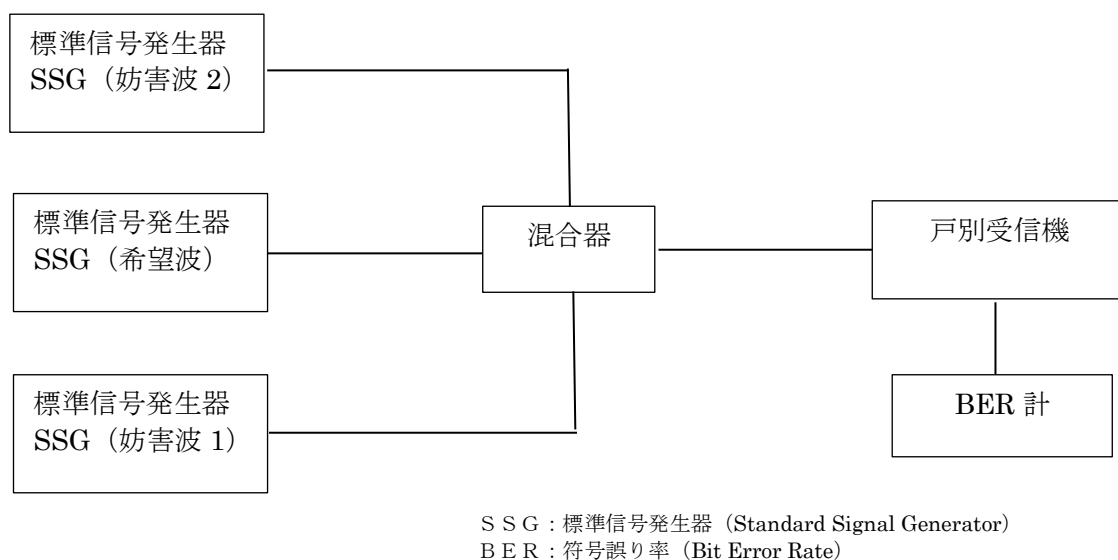


図 2-1 受信機の基本的な電気特性の測定系統図

2.1.2.2 フィールド試験

実際に戸別受信機として実用される際の基礎データを取得するため、屋外でのフィールド試験として、周辺ノイズ、伝搬損失、ハイトパターン⁵、反射波、地形による伝搬特性(通達距離)、建物・設置場所による伝搬特性(透過損失)、および同一波干渉試験による伝搬特性(所要離隔距離)の測定を行う。

(1) 周辺ノイズの実地確認

受信場所のアンテナ設置場所において、アンテナの高さを2mで、図2-2に示すように無指向性アンテナとスペクトラムアナライザ⁶を使用し、使用する周波数帯及び試験予定周波数の環境雑音を測定する。測定系統図を図2-2に示す。

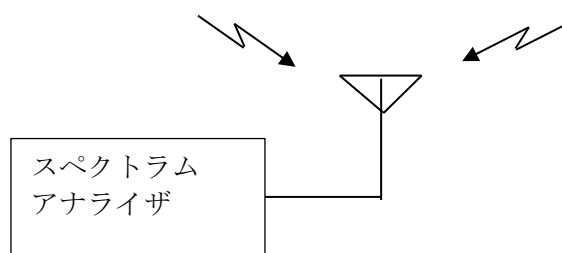


図 2-2 周辺ノイズ測定系統図

(2) 伝搬損失、ハイトパターン

受信場所のアンテナ設置場所にて、アンテナの高さ2mで、無指向性アンテナとスペクトラムアナライザを使用して、試験周波数の受信レベルを測定し、伝搬損失を測定する。さらにアンテナ高さを可変(1m～5m)して高さごとの受信レベルを測定する。この時送信側はアンテナの高さを5mで固定する。

測定系統図を図2-3に示す。

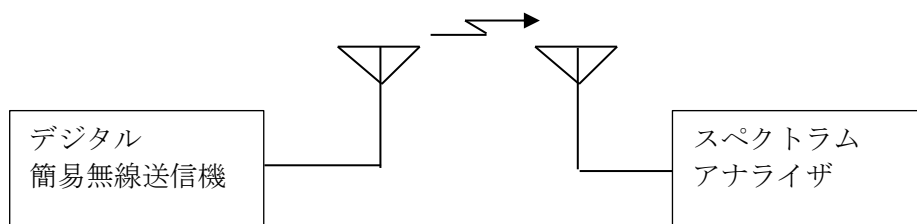


図 2-3 伝搬損失測定系統図

⁵ ハイトパターン：受信アンテナの高さに応じて変化する受信レベル

⁶ スペクトラムアナライザ：周波数レンジ全体の入力信号の振幅対周波数を測定する測定器

(3) 反射波

指向性アンテナ（五素子八木アンテナ）を受信場所に設置し、アンテナ方位を 30 度ずつ回転しながら 360 度まで、スペクトラムアナライザで試験周波数の受信レベルを測定する(水平パターン)。この時送信側はアンテナの高さを 5m で固定する。

測定系統図を図 2-4 に示す。

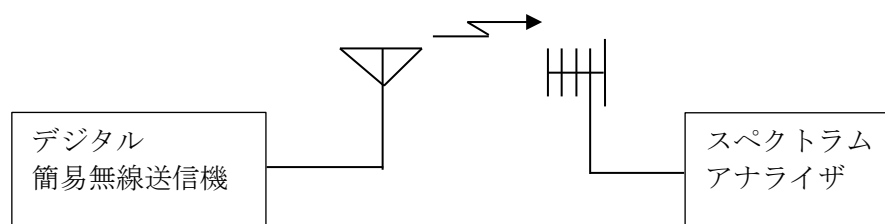


図 2-4 反射波測定系統図

(4) 地形による伝搬特性（通達距離の調査）

設置場所は市街地、郊外地及び山間地により RSSI⁷、BER を測定する。既定の受信感度になる送信点からの距離が通達距離となる。

送信側はアンテナの高さを 5m で送信出力 5W 及び 1 W で、実験車を指定距離に移動して送信を行う。受信側はアンテナの高さ 2m で、受信入力電圧と BER を測定する。

測定系統図を図 2-5 に示す。

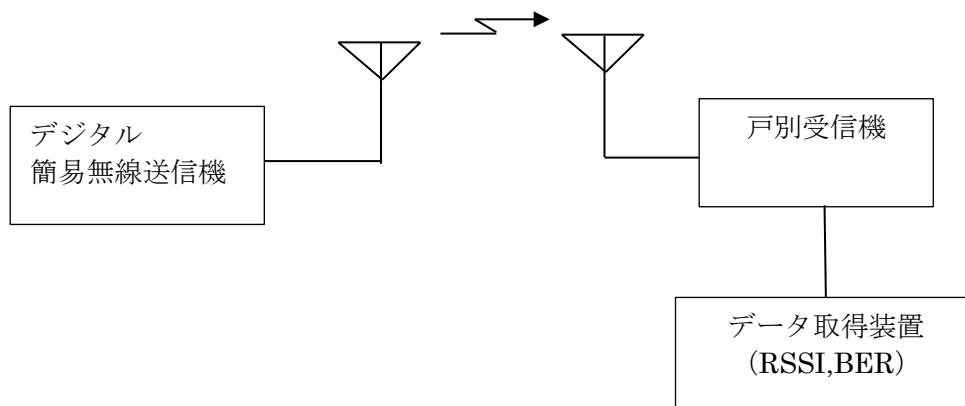


図 2-5 通達距離測定系統図

⁷ RSSI : 受信信号強度 (Received Signal Strength Indication)

(5) 建物・設置場所による伝搬特性（透過損失の調査）

建物（木造一軒家、鉄筋コンクリート、公民館等）の屋外、窓際及び部屋の奥等の3種類の場所等によりRSSI、BERを測定する。屋内外での差が透過損失となる。

送信側はアンテナの高さを5mで固定、送信出力5W及び1W、受信点からの距離500mとする。受信側のアンテナの高さは設置場所により異なる。

測定系統図を図2-6に示す。

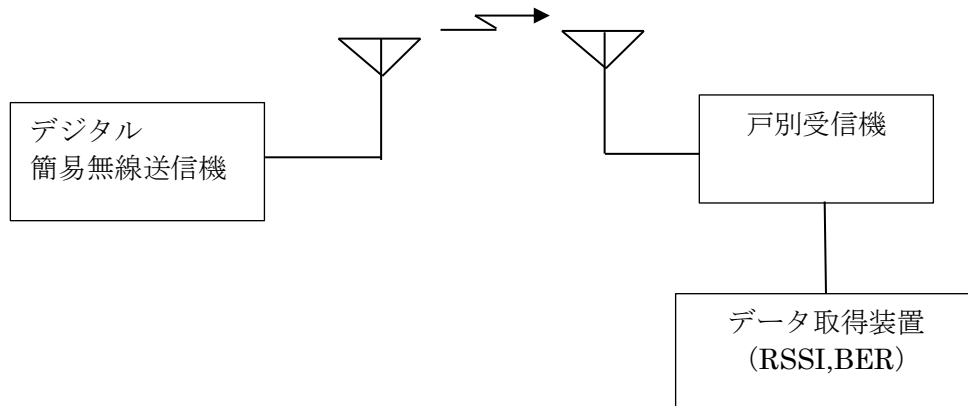


図 2-6 透過損失測定系統図

(6) 同一波干渉試験による伝搬特性（所要離隔距離の調査）

希望波に同一周波数干渉を与えRSSI、BERを測定する。

希望波に対し同一周波数で妨害を行い、希望波局のBERが1%になるときの希望波局と妨害波局との距離（所要離隔距離）について測定を行う。

送信側はアンテナの高さを5m、送信出力5Wで指定距離に移動して送信を行う。

測定系統図を図2-7に示す。

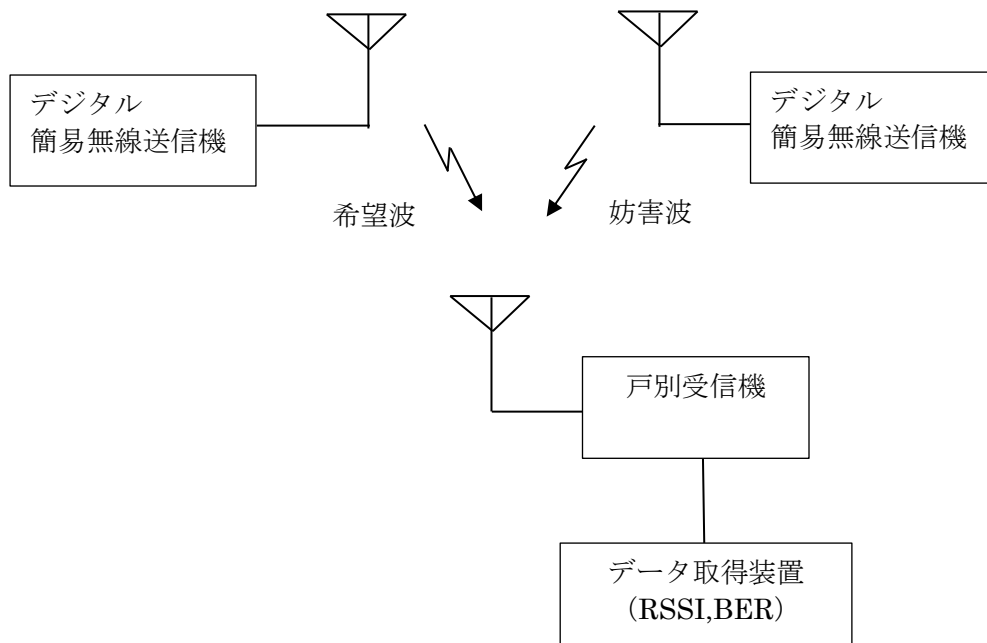


図 2-7 同一波干渉測定系統図

2.1.3 実証試験の場所

今回の実証試験の電気的特性試験は屋内の作業ベンチで行うが、フィールド試験の実施場所は北海道千歳市の協力を得て、市内複数の地理的条件や設置条件を設定して選定した。

地理的条件：市街地（概ね4階以上の建物に囲まれたような場所）

郊外地（平野部に建物が点在している場所）

山間地（周りを山などに囲まれた場所）

設置場所条件：木造住宅

鉄筋コンクリート住宅

実施場所一覧を表 2-1 に、実施場所概略地図を図 2-8 に示す。

各実施場所の詳細位置図は付 17 ページから付 22 ページまでの付属資料 7 の付図 21 から付図 26 に示す。

表 2-1 実施場所一覧

	木造住宅	鉄筋コンクリート住宅
市街地	① しなの児童館 千歳市富士 2 丁目 784 番地 83	② 市役所 千歳市東雲町 2 丁目 34 番地
郊外地	③ 水防センター 千歳市駒里 2212-13	④ 東部支所 千歳市東丘 824 番地の 121
山間地	⑤ 美笛キャンプ場センターハウス 千歳市美笛	⑥ 支笏湖支所 千歳市支笏湖温泉 3 番地

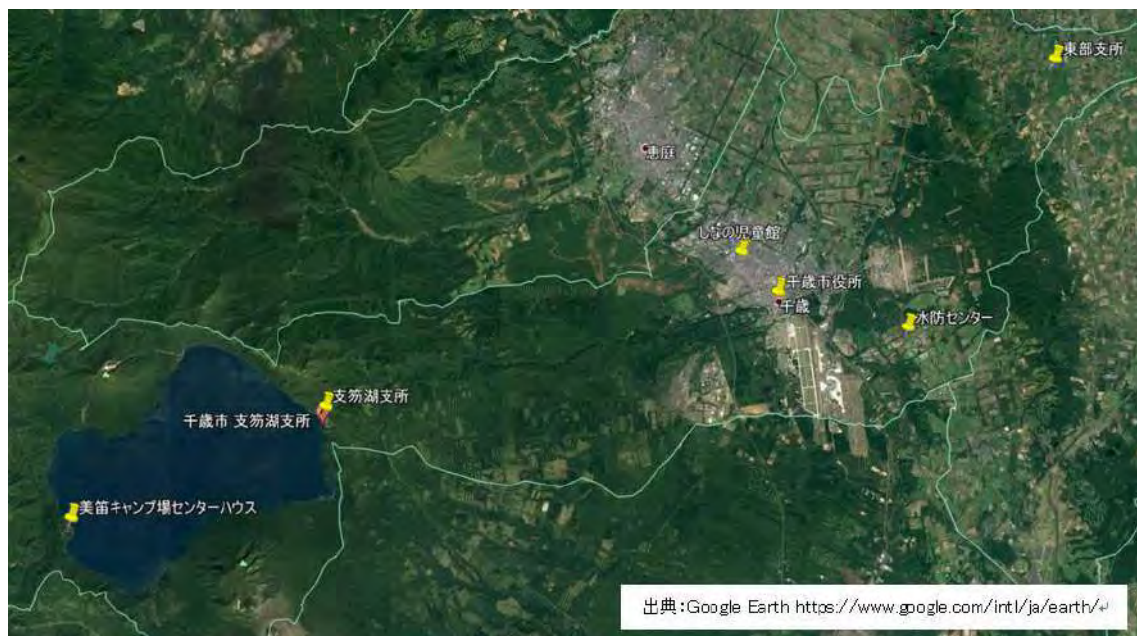


図 2-8 実施場所概略図

2.2 事前条件確認

2.2.1 事前条件確認の概要

フィールド試験に先立ち、①しなの児童館、②市役所、③水防センター、④東部支所、⑤美笛キャンプ場センターハウス、⑥支笏湖支所について見通し図を作成し、事前に地理的条件を確認した。市街地と郊外地に選定した場所は、いずれも平坦で試験を実施可能な場所であると思われる。

また実証試験場所の電波伝搬状況の机上検討のため、周波数 465MHz、送信出力 5W、送信アンテナ 1/2 波長ダイポール、送信給電線等損失 2 dB、送信アンテナ高 5m、受信アンテナ高 2m とした場合のエリアシミュレーションを行った。

エリアシミュレーションは、受信入力電圧 0～19 dB μ V、20～29 dB μ V、30～49 dB μ V、50 dB μ V 以上の 4 つのエリアについて便宜上、受信点から送信した形で実施し、見通し図は 8 km の測定地点まで作成した。

市街地と郊外地に選定した場所は、いずれも受信エリアが広く取れる結果となった。山間地に選定した場所は、湖側には受信エリアが広くとれるが、測定を実施する山側には受信エリアが狭く、フィールド試験として遠距離の測定が厳しくなることも予想される。

2.2.2 事前条件確認の結果

各施設におけるプロファイルを表 2-2 から表 2-7 に、見通し図及びエリアシミュレーションを図 2-9 から図 2-14 に示す。

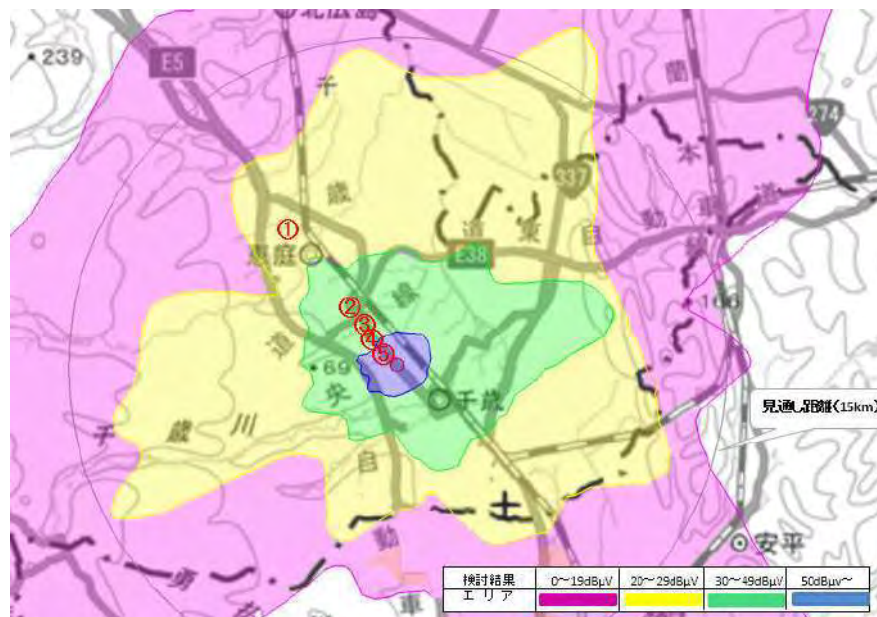
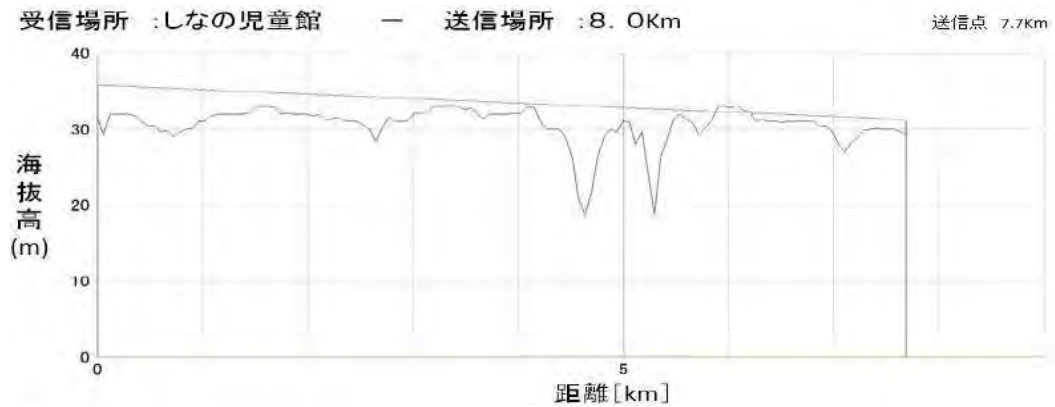
2.2.2.1 しなの児童館

プロフィールを表 2-2 に、見通し図及びエリアシミュレーションを図 2-9 に示す。

海拔高は約 30m と高くなく、受信点から 8km 付近の区間で若干の起伏はあるが伝搬損失は小さいものと思われ、受信入力電圧 20dB μ V 以上のエリアも広いものと思われる。

表 2-2 しなの児童館プロフィール

局名	①8.0km 地点	②4.0km 地点	③2.0km 地点	④1.0km 地点	⑤0.5km 地点	しなの児童館
緯度	141 度 34 分 06 秒	141 度 35 分 59 秒	141 度 36 分 37 秒	141 度 37 分 07 秒	141 度 37 分 26 秒	141 度 37 分 42 秒
経度	42 度 53 分 23 秒	42 度 51 分 40 秒	42 度 51 分 10 秒	42 度 50 分 39 秒	42 度 50 分 17 秒	42 度 50 分 12 秒
海拔(m)	30.8	33.0	28.8	31.6	30.8	29.3
アンテナ高(m)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	2.0
方位角(度)	140.2(-0.0)	138.9(-0.1)	140.3(-0.1)	136.6(-0.3)	108.9(-0.7)	288.9(0.7)
距離(km)	7.7	3.61	2.3	1.15	0.38	0.0



出典：国土地理院ウェブサイト (<http://maps.gsi.go.jp/>)

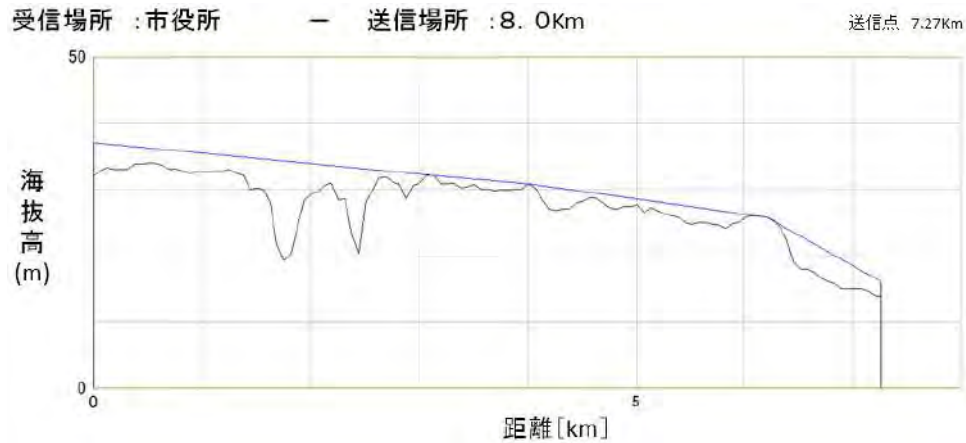
図 2-9 しなの児童館エリアシミュレーション

2.2.2.2 市役所

プロフィールを表 2-3 に、見通し図及びエリアシミュレーションを図 2-10 に示す。
測定に選定した主要道路沿いには受信点から 1.5km 辺りにかけて起伏がある。
そのため受信入力電圧 20dB μ V 以上のエリアが若干狭いものとなっている。

表 2-3 市役所プロフィール

局名	①8.0km 地点	②4.0km 地点	③2.0km 地点	④1.0km 地点	⑤0.5km 地点	千歳市役所
緯度	141 度 35 分 17 秒	141 度 36 分 49 秒	141 度 37 分 53 秒	141 度 38 分 23 秒	141 度 38 分 39 秒	141 度 39 分 03 秒
経度	42 度 52 分 19 秒	42 度 50 分 34 秒	42 度 49 分 55 秒	42 度 49 分 30 秒	42 度 49 分 18 秒	42 度 49 分 14 秒
海拔(m)	32.0	35.9	28.8	19.0	15.6	14.0
アンテナ高(m)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	2.0
方位角(度)	137.7(-0.2)	129.2(-0.4)	128.2(-0.5)	117.0(-0.5)	89.7(-0.6)	269.7(0.6)
距離(km)	7.27	3.81	1.9	0.93	0.43	0.0



出典：国土地理院ウェブサイト (<http://maps.gsi.go.jp/>)

図 2-10 市役所エリアシミュレーション

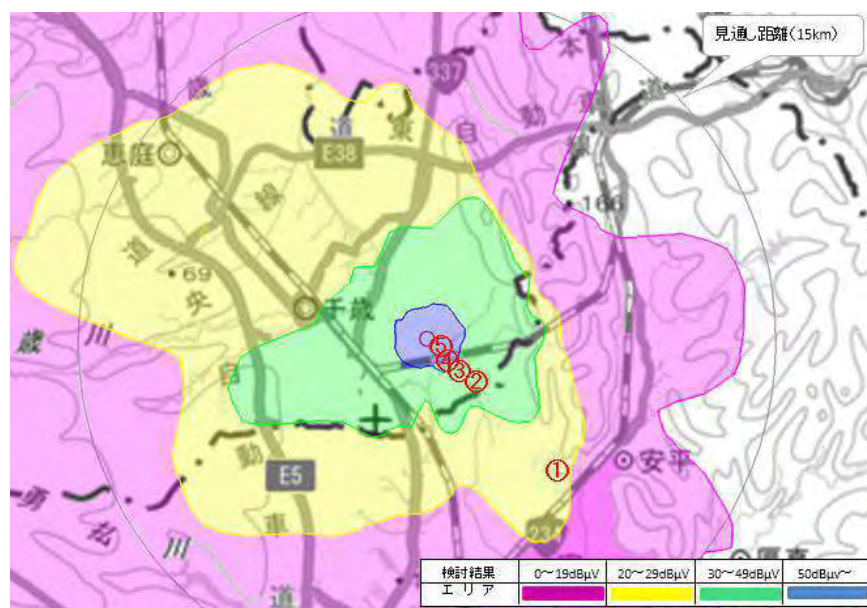
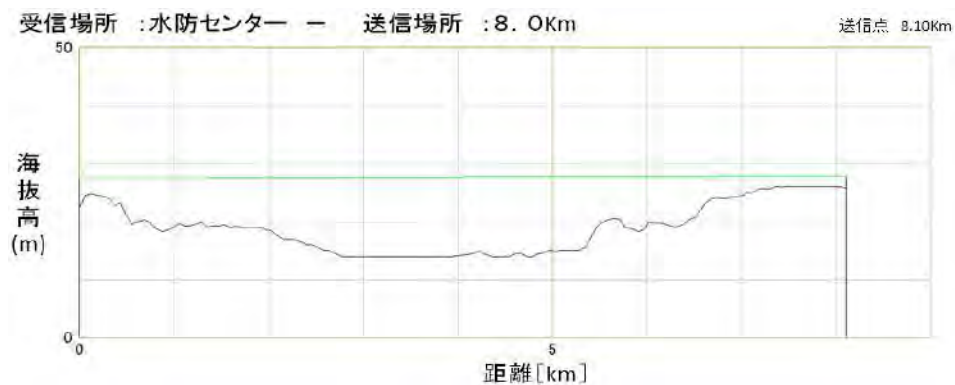
2.2.2.3 水防センター

プロフィールを表 2-4 に、見通し図及びエリアシミュレーションを図 2-11 に示す。

ほぼ平坦で 8km の測定に選定した地点まで見通しがあり、受信入力電圧 20dB μ V 以上のエリアが非常に広い。

表 2-4 水防センタープロフィール

局名	①8.0km 地点	②4.0km 地点	③2.0km 地点	④1.0km 地点	⑤0.5km 地点	水防センター
緯度	141 度 47 分 06 秒	141 度 45 分 30 秒	141 度 44 分 15 秒	141 度 43 分 52 秒	141 度 43 分 31 秒	141 度 43 分 11 秒
経度	42 度 45 分 07 秒	42 度 46 分 47 秒	42 度 47 分 34 秒	42 度 48 分 03 秒	42 度 48 分 29 秒	42 度 48 分 24 秒
海拔(m)	22.5	19.0	19.0	24.0	23.8	25.8
アンテナ高(m)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	2.0
方位角(度)	319.1(-0.0)	311.7(-0.1)	316.7(-0.1)	305.5(-0.1)	266.3(-0.3)	86.3(0.1)
距離(km)	8.1	4.14	2.08	1.12	0.5	0.0



出典：国土地理院ウェブサイト (<http://maps.gsi.go.jp/>)

図 2-11 水防センターエリアシミュレーション

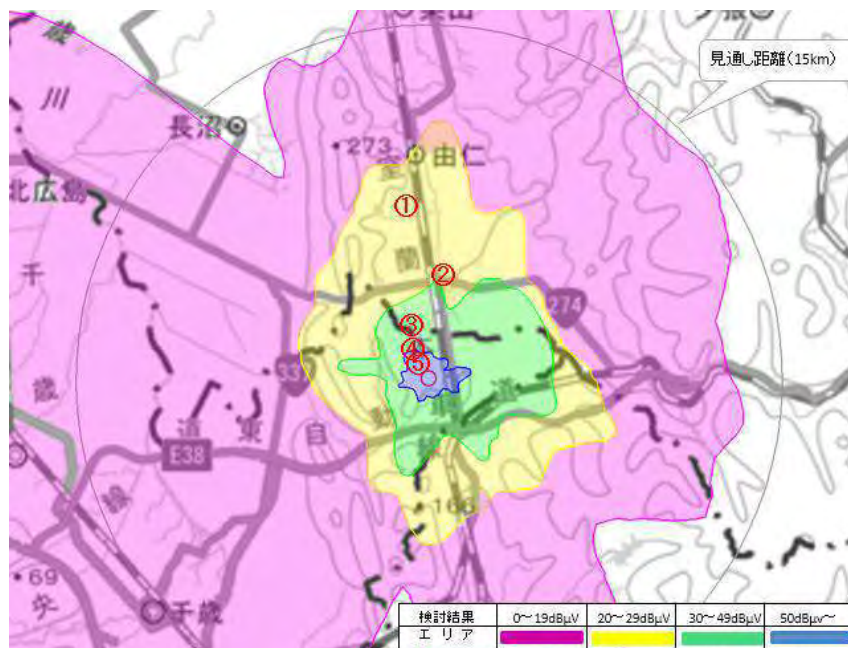
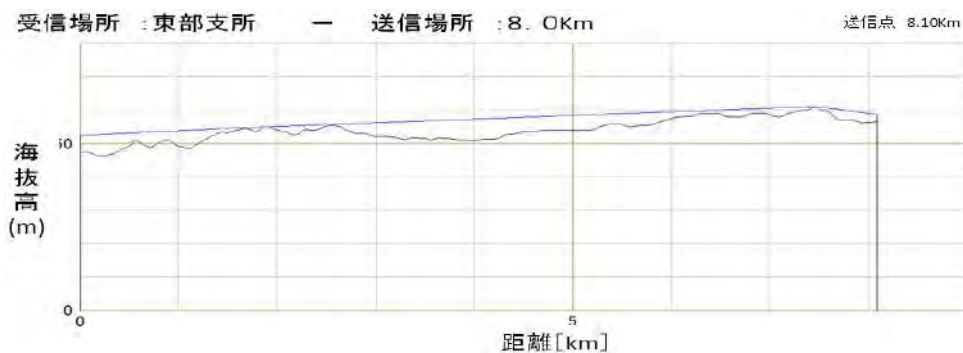
2.2.2.4 東部支所

プロフィールを表 2-5 に、見通し図及びエリアシミュレーションを図 2-12 に示す。

ほぼ平坦であるが、若干の起伏があり、見通しとはなっていない。しかしながらあまり影響はなく、受信入力電圧 20dB μ V 以上のエリアも広くとれている。

表 2-5 東部支所プロフィール

局名	①8.0km 地点	②4.0km 地点	③2.0km 地点	④1.0km 地点	⑤0.5km 地点	東部支所
緯度	141 度 47 分 14 秒	141 度 48 分 04 秒	141 度 48 分 05 秒	141 度 47 分 53 秒	141 度 47 分 53 秒	141 度 48 分 02 秒
経度	42 度 59 分 09 秒	42 度 56 分 59 秒	42 度 55 分 57 秒	42 度 55 分 22 秒	42 度 55 分 03 秒	42 度 54 分 51 秒
海拔(m)	47.4	50.0	56.0	58.6	55.9	56.7
アンテナ高(m)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	2.0
方位角(度)	172.5(-0.0)	181.1(-0.1)	183.3(-0.1)	170.7(-0.3)	159.2(-0.3)	339.2(0.3)
距離(km)	8.1	4.01	2.16	1.03	0.46	0.0



出典：国土地理院ウェブサイト (<http://maps.gsi.go.jp/>)

図 2-12 東部支所エリアシミュレーション

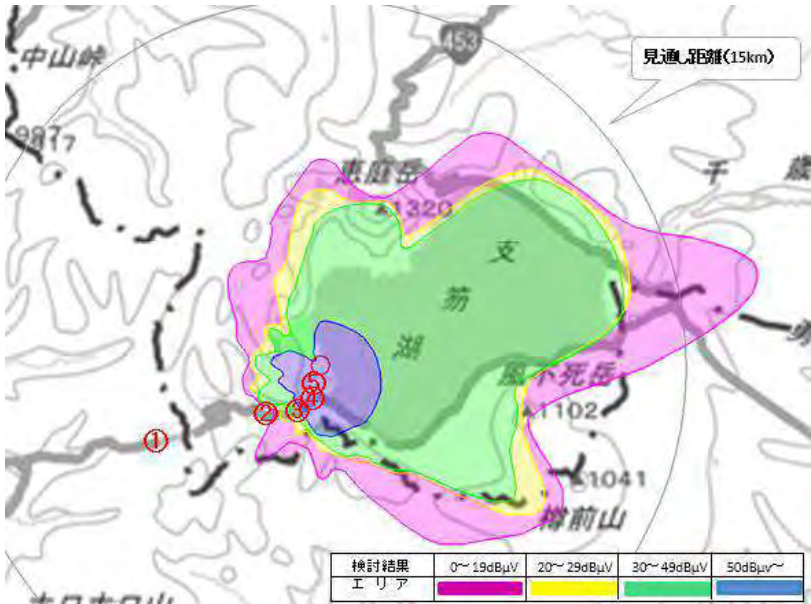
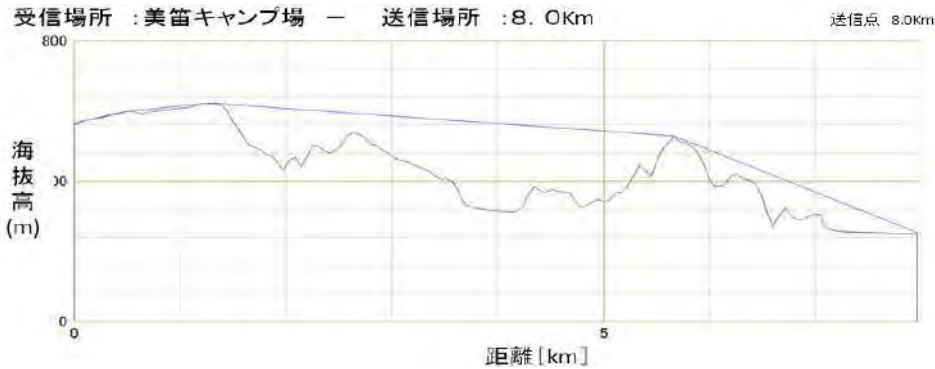
2.2.2.5 美笛キャンプ場センターハウス

プロフィールを表 2-6 に、見通し図及びエリアシミュレーションを図 2-13 に示す。

大きな起伏があり、山側へのエリアは非常に狭い。受信入力電圧 20dB μ V 以上のエリアは非常に狭く限定されている。

表 2-6 美笛キャンプ場センターハウスプロフィール

局名	①8.0km 地点	②4.0km 地点	③2.0km 地点	④1.0km 地点	⑤0.5km 地点	美笛キャンプ場
緯度	141 度 10 分 23 秒	141 度 13 分 14 秒	141 度 14 分 47 秒	141 度 15 分 32 秒	141 度 15 分 41 秒	141 度 15 分 48 秒
経度	42 度 42 分 17 秒	42 度 43 分 01 秒	42 度 43 分 01 秒	42 度 43 分 18 秒	42 度 43 分 34 秒	42 度 43 分 52 秒
海拔(m)	560	316.3	292.1	253.9	253.0	252.8
アンテナ高(m)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	2.0
方位角(度)	63.3(+2.2)	65.8(-1.0)	45.1(+1.0)	17.6(-0.2)	16.3(-0.3)	196.3(0.3)
距離(km)	8.0	3.84	2.41	1.0	0.55	0.0



出典：国土地理院ウェブサイト (<http://maps.gsi.go.jp/>)

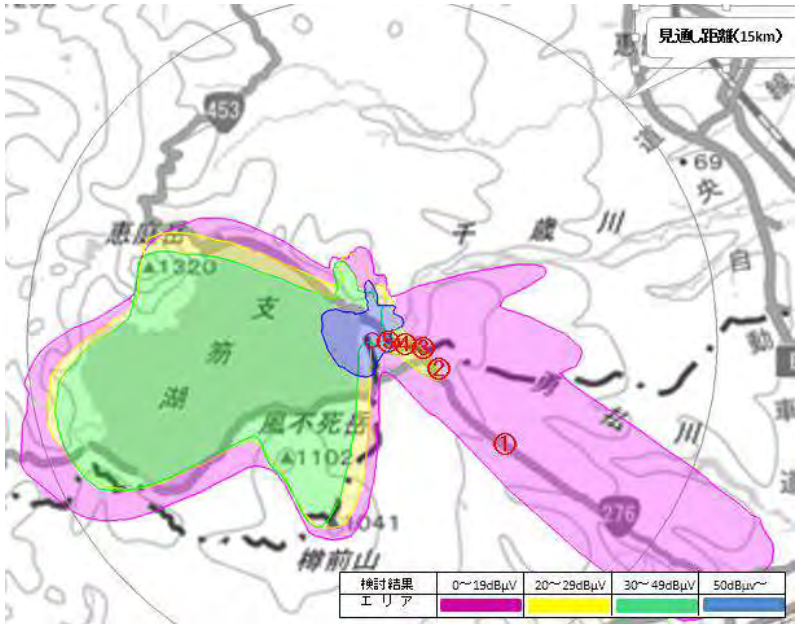
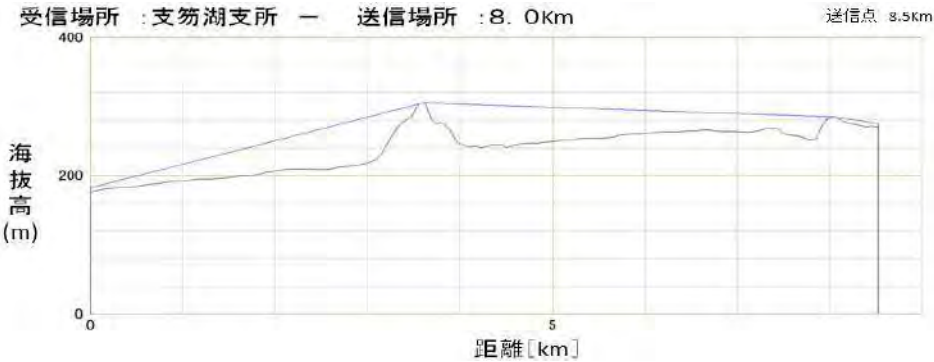
図 2-13 美笛キャンプ場センターハウスエリアシミュレーション

2.2.2.6 支笏湖支所

プロフィールを表 2-7 に、見通し図及びエリアシミュレーションを図 2-14 に示す。
美笛キャンプ場ほど起伏がないが、受信点から 500m 付近に小高い起伏があり、また途中にもう一つ大きな起伏があるため、受信入力電圧 20dB μ V 以上のエリアは狭い。

表 2-7 支笏湖支所プロフィール

局名	①8.0km 地点	②4.0km 地点	③2.0km 地点	④1.0km 地点	⑤0.5km 地点	支笏湖支所
緯度	141 度 28 分 44 秒	141 度 26 分 38 秒	141 度 25 分 27 秒	141 度 24 分 43 秒	141 度 24 分 26 秒	141 度 24 分 08 秒
経度	42 度 43 分 24 秒	42 度 45 分 02 秒	42 度 45 分 43 秒	42 度 46 分 14 秒	42 度 46 分 18 秒	42 度 46 分 31 秒
海拔(m)	177.0	236.6	261.0	264.2	282.3	273.1
アンテナ高(m)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	2.0
方位角(度)	312.7(-0.6)	308.2(-0.5)	309.6(-0.2)	305.6(-0.4)	312.2(-1.3)	132.2(1.3)
距離(km)	8.5	4.25	2.33	0.95	0.55	0.0



出典：国土地理院ウェブサイト (<http://maps.gsi.go.jp/>)

図 2-14 支笏湖支所エリアシミュレーション

2.3 実証試験結果と考察

本調査検討会で行った簡易な無線システムを使用した電波伝搬特性の実証試験の結果と考察について記載する。

2.3.1 基本的な電気特性試験（作業ベンチ）の結果

実験試験局の基本的な電気特性の性能評価を行った。試験項目を表 2-8、試験状況を図 2-15 に示す。実験試験局の基本的な電気特性試験はデジタル簡易無線局の規格に沿って行った。

表 2-8 基本的な電気特性の試験項目

試験項目	概要
受信感度	符号長 511 ビット周期の 2 値擬似雑音系列で変調した信号をビット伝送し、ビット誤り率(BER)がスタティック時に 1×10^{-2} になる受信入力レベルは、0dB μ V 以下であること。
隣接チャネル選択度	受信感度より 3dB 高い希望波を加え、デジタル信号(符号長 32,767 ビット周期の 2 値擬似雑音系列)で変調された妨害波(± 6.25 kHz 離調)によりビット誤り率が 1×10^{-2} となる妨害波レベルと希望波の比は、42dB 以上であること。
相互変調特性	受信感度より 3dB 高い希望波を加え、希望波より ± 12.5 kHz 及び ± 25 kHz 離調した無変調の 2 つの妨害波により、ビット誤り率が 1×10^{-2} となる妨害波のレベルと希望波の比が 53dB 以上であること。
周波数の許容偏差	送信電波の周波数を測定し、 ± 1.5 ppm 以内であること。
送信出力	空中線電力が上限 20%、下限 50%以内とすること。
占有周波数帯域幅	空中線電力の 99%が含まれる周波数幅が、5.8kHz 以下であること。
隣接チャネル漏洩電力	搬送波の周波数から 6.25kHz 離れた周波数の ($\pm$) 2kHz の帯域内に輻射される電力が搬送波電力より 45dB 以上低い値であること。
変調精度 (FSK ⁸ エラー)	規定の周波数偏位に対し、各シンボルにおける周波数偏位の誤差の実効値(r.m.s)を、百分率で規定したもので、10%以下とすること。

注 1) 受信感度は ARIB 標準規格 STD-T98 で規定する $BER=1 \times 10^{-2}$ とする。防災行政無線システムでは良好な音声品質、あるいはデータ伝送機能を要求されることから $BER=1 \times 10^{-4}$ オーダーの回線品質が求められているが、簡易な無線システムでは音声を主体とする低廉化システムであること、また音声符号化方式の誤り訂正により $BER=3 \times 10^{-2}$ でも良好な音声品質のため、従来の基準値 $BER=1\%$ ($=1 \times 10^{-2}$) を評価基準とした。

⁸ FSK：周波数偏位変調方式 (frequency shift keying)



図 2-15 受信特性試験状況

(1) 受信感度

実験試験局の受信感度の測定結果を表 2-9 に示す。受信感度は $-6.26\text{dB}\mu\text{Vemf}$ から $-6.91\text{dB}\mu\text{Vemf}$ であり、平均値は $-6.46\text{dB}\mu\text{Vemf}$ から $-6.64\text{dB}\mu\text{Vemf}$ であった。3 台の実験試験局はいずれも ARIB STD-T98 の $0\text{dB}\mu\text{V}$ 以下を満足している結果であった。

表 2-9 受信感度 (BER 1×10^{-2} 値)

実験試験局 No.	受信感度 ($\text{dB}\mu\text{Vemf}$)		
	464.850 MHz	464.875 MHz	464.900MHz
でんぎぼうさいじっけん 1	-6.26	-6.66	-6.31
でんぎぼうさいじっけん 2	-6.53	-6.34	-6.71
でんぎぼうさいじっけん 3	-6.60	-6.39	-6.91
平均	-6.46	-6.46	-6.64

(2) 隣接チャネル選択度

実験試験局の隣接チャネル選択度の測定結果を表 2-10 に示す。隣接チャネル選択度は 53.81dB から 56.98dB であり、平均値は 54.10dB から 56.17dB であった。3 台の実験試験局はいずれも ARIB STD-T98 の 42dB 以上を満足している結果であった。

表 2-10 隣接チャネル選択度 (オフセット周波数 6.25kHz)

実験試験局 No.	隣接チャネル選択度 (dB) +側/ー側		
	464.850 MHz	464.875 MHz	464.900MHz
でんぎぼうさいじっけん 1	54.58/56.98	54.18/56.93	54.38/56.52
でんぎぼうさいじっけん 2	54.31/55.45	53.92/55.81	53.81/56.33
でんぎぼうさいじっけん 3	54.05/55.73	54.58/55.77	54.12/55.67
平均	54.31/56.05	54.23/56.17	54.10/56.17

(3) 相互変調特性

実験試験局の相互変調特性の測定結果を表 2-11 に示す。相互変調特性は 65.57dB から 68.23dB であり、平均値は 66.58dB から 67.69dB であった。3 台の実験試験局はいずれも ARIB STD-T98 の 53dB 以上を満足している結果であった。

表 2-11 相互変調特性

実験試験局 No.	相互変調特性 (dB) +側/ー側		
	464.850 MHz	464.875 MHz	464.900MHz
でんぎぼうさいじっけん 1	68.23/67.13	68.46/67.43	67.79/66.95
でんぎぼうさいじっけん 2	65.98/65.57	66.81/65.80	66.69/66.02
でんぎぼうさいじっけん 3	67.68/67.03	67.79/66.75	67.61/67.33
平均	67.30/66.58	67.69/66.66	67.37/66.77

(4) 周波数の許容偏差

実験試験局の周波数の許容偏差の測定結果を表 2-12 に示す。周波数の許容偏差は -0.093ppm から-0.242ppm であり、平均値は-0.156ppm から-0.183ppm であった。3 台の実験試験局はいずれも ARIB STD-T98 の±1.5ppm 以内を満足している結果であった。

表 2-12 周波数の許容偏差

実験試験局 No.	周波数の許容偏差 (ppm)		
	464.850 MHz	464.875 MHz	464.900MHz
でんぎぼうさいじっけん 1	-0.167	-0.189	-0.198
でんぎぼうさいじっけん 2	-0.209	-0.236	-0.242
でんぎぼうさいじっけん 3	-0.093	-0.106	-0.108
平均	-0.156	-0.177	-0.183

(5) 送信出力

実験試験局の送信出力の測定結果を表 2-13 に示す。送信出力は 4.86(0.95)W から 5.25(1.00)W であり、平均値は 5.02(0.98)W から 5.06(0.99)W であった。3 台の実験試験局はいずれも ARIB STD-T98 の上限 20%、下限 50%以内を満足している結果であった。

表 2-13 送信出力

実験試験局 No.	送信出力 (W) 5W 時／1W 時		
	464.850 MHz	464.875 MHz	464.900MHz
でんぎぼうさいじっけん 1	5.25／0.99	5.16／0.99	5.12／1.00
でんぎぼうさいじっけん 2	4.86／0.95	4.87／0.95	4.88／0.96
でんぎぼうさいじっけん 3	5.08／0.99	5.05／1.00	5.05／1.00
平均	5.06／0.98	5.03／0.98	5.02／0.99

(6) 占有周波数帯幅

実験試験局の占有周波数帯幅の測定結果を表 2-14 に示す。占有周波数帯幅は 2.94kHz から 3.12 kHz であり、平均値は 3.02kHz から 3.08 kHz であった。3 台の実験試験局はいずれも ARIB STD-T98 の 5.8kHz 以下を満足している結果であった。

表 2-14 占有周波数帯幅

実験試験局 No.	占有周波数帯幅 (kHz) 5W 時／1W 時		
	464.850 MHz	464.875 MHz	464.900MHz
でんぎぼうさいじっけん 1	2.94／3.07	3.02／3.01	3.02／3.14
でんぎぼうさいじっけん 2	3.06／3.09	2.97／3.01	2.97／3.00
でんぎぼうさいじっけん 3	3.05／3.09	3.09／3.01	3.12／3.00
平均	3.02／3.08	3.03／3.01	3.04／3.05

(7) 隣接チャネル漏洩電力

実験試験局の隣接チャネル漏洩電力の測定結果を表 2-15 に示す。隣接チャネル漏洩電力は 68.57dB から 71.85 dB であり、平均値は 69.92 dB から 72.13 dB であった。3 台の実験試験局はいずれも ARIB STD-T98 の 45dB 以上低い値を満足している結果であった。

表 2-15 隣接チャネル漏洩電力

実験試験局 No.	隣接チャネル漏洩電力 (dB) +側／－側		
	464.850 MHz	464.875 MHz	464.900MHz
でんぎぼうさいじっけん 1	71.26／72.49	70.42／71.45	69.46／70.33
でんぎぼうさいじっけん 2	69.52／71.59	68.98／70.96	68.57／70.76
でんぎぼうさいじっけん 3	71.85／72.30	71.35／72.13	71.74／72.12
平均	70.88／72.13	70.25／71.51	69.92／71.07

(8) 変調精度 (FSK エラー)

実験試験局の変調精度の測定結果を表 2-16 に示す。変調精度は 1.09% から 1.30 % であり、平均値は 1.20% から 1.23 % であった。3 台の実験試験局はいずれも ARIB STD-T98 の 10% 以下を満足している結果であった。

表 2-16 変調精度 (FSK エラー)

実験試験局 No.	変調精度 (%)		
	464.850 MHz	464.875 MHz	464.900MHz
でんぎぼうさいじっけん 1	1.27	1.27	1.30
でんぎぼうさいじっけん 2	1.09	1.12	1.15
でんぎぼうさいじっけん 3	1.23	1.23	1.24
平均	1.20	1.21	1.23

以上の各基本的な電気特性の試験結果より、今回使用する三台の実験試験局はどれも規格を満足していると言える。

2.3.2 フィールド試験の結果

2.3.2.1 屋外ノイズ

(1) 試験方法

屋外ノイズの試験構成を図 2-16 に示す。

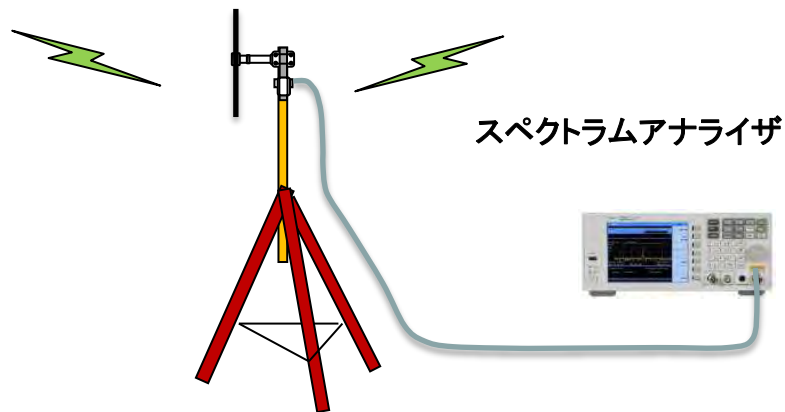


図 2-16 屋外ノイズの試験構成

- 受信場所のアンテナ設置場所において、無指向性アンテナの高さ 2mに設置して、スペクトラムアナライザによりノイズレベルを測定する。
- 測定場所：表 2-1 に記載の①から⑥の 6 カ所
- 測定条件：周波数 464.85MHz 測定帯域幅 6.25kHz

(2) 測定結果

屋外ノイズの試験結果を表 2-17 に示す。どの場所でもおおよそ-126dBm 程度であり、環境雑音としては非常に低い結果となった。

表 2-17 屋外ノイズの試験結果

実施場所		屋外ノイズ	レベル[dBm]	測定場所
市街地	①	しなの児童館	-126.81	庭の中央
	②	市役所	-125.87	駐車場の隣の建屋
郊外地	③	防水センター	-126.37	玄関前
	④	東部支所	-126.25	玄関前
山間地	⑤	美笛キャンプ場 センターハウス	-125.41	ハウスの前
	⑥	支笏湖支所	-125.47	建物の横の道路 (高さは 2 階と同等)

2.3.2.2 屋内ノイズ

(1) 試験方法

屋内ノイズの試験構成図を図 2-17 に示す。

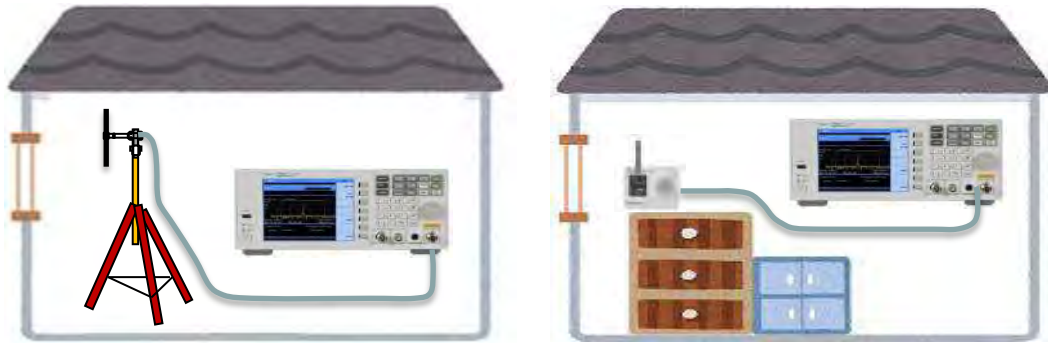


図 2-17 屋内ノイズの試験構成

- 建屋内に設置した戸別受信機のアンテナまたは、無指向性アンテナ（高さ 2m）を設置して、スペクトラムアナライザによりノイズレベルを測定する。
- 測定場所：表 2-1 に記載の①から⑥の 6 カ所
- 測定条件：周波数 464.85MHz 測定帯域幅 6.25kHz

(2) 測定結果

無指向性ダイポールアンテナで測定した屋内ノイズの試験結果を表 2-18 に示す。

おおよそ-125dBm 程度で環境雑音としては低い結果となった。人の出入りの多い施設は、ほかに比べてノイズが大きいことが分かる。

表 2-18 屋内ノイズの試験結果

実施場所		屋内ノイズ	レベル[dBm]	測定場所
市街地	①	しなの児童館	-124.28	玄関を入ったところ
	②	市役所	-122.03	2F 危機管理課
郊外地	③	防水センター	-126.17	事務室の廊下
	④	東部支所	-124.08	調理室
山間地	⑤	美笛キャンプ場 センターハウス	-125.29	センターハウス
	⑥	支笏湖支所	-125.91	2F 調理室

2.3.2.3 伝搬損失

(1) 試験方法

伝搬損失の試験構成を図 2-18 に示す。

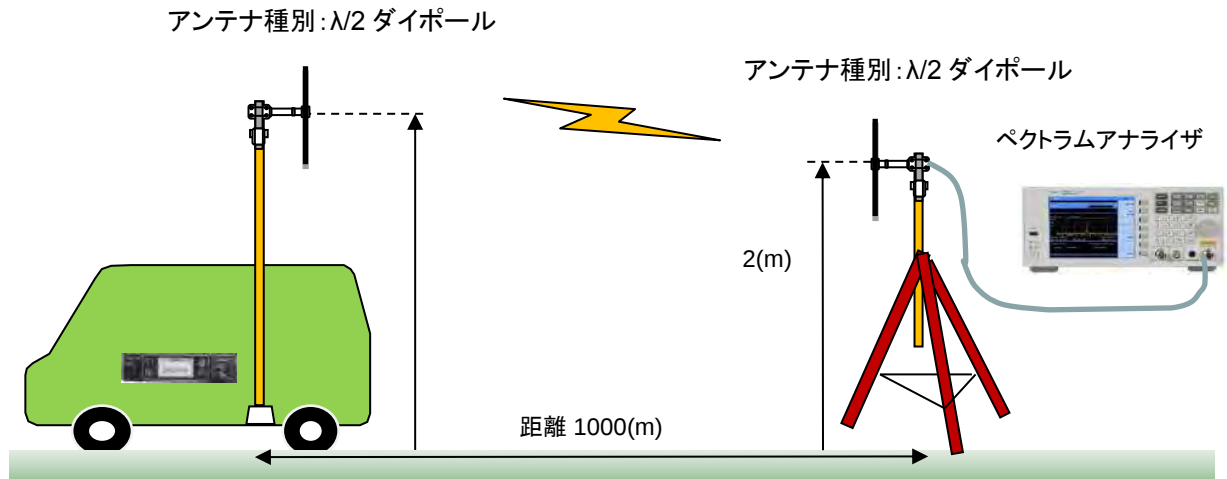


図 2-18 伝搬損失の試験構成

- 送信側はアンテナ高 5m で、受信側は送信側から約 1km の距離においてアンテナを高さ 2m に設置して、スペクトラムアナライザにより受信レベルを測定して、無線回線の伝搬損失を求める。
- 測定場所：表 2-1 に記載の①から⑥の 6 カ所
測定条件：周波数 464.85MHz 測定帯域幅 6.25kHz

(2) 測定結果

伝搬損失の結果を表 2-19 に示す。

表 2-19 伝搬損失の結果

項番	項目	送信場所(1km)					
		①しなの 児童館	②市役所	③水防 センター	④東部 支所	⑤美笛 キャンプ場	⑥支笏湖 支所
	測定地点の距離(m)	1234	1008	1211	1121	1010	1038
1	送信出力(w)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
2	送信出力(dB μV)	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0
3	結合器損失(dB)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	給電線損失(dB)	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
5	空中線利得(dBi)	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
6	等価等方輻射電力 EIRP(dB μV)	151.6	151.6	151.6	151.6	151.6	151.6
7	空中線利得(dBi)	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
8	給電線損失(dB)	2.72 ^{*1}	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62
9	遮蔽損失(dB)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	受信入力電圧(dB μV)	26.2	34.5	34.9	50.2	21.6	11.8
11	実測の伝搬損失(dB)	124.9	117.6	117.2	101.9	130.5	140.3
12	地形を考慮した理論上の伝搬損失(dB)	119.1	113.8	107.3	107.7	110.7	107.0
13	自由空間損失(dB)	87.6	85.6	87.5	86.8	85.9	86.1
14	拡張秦 市街地(dB)	136.7	133.6	136.6	135.3	133.8	134.1
15	郊外地(dB)	128.3	125.3	128.2	127.0	125.4	125.7
16	開放地(dB)	110.9	107.6	110.6	109.3	107.7	108.0
17	実測値と地形を考慮した理論値との差	5.8	3.8	9.9	-5.8	19.8	33.3
18	実測値と拡張モデルの差	-3.5	-7.7	6.6	-7.4	-3.3	6.2

注*1) しなの児童館の受信側給電線損失は、10m の 5D-SFA ケーブルで延長したため、他の場所に比較して損失が 1.1dB 大きい。

2.3.2.4 ハイトパターン

(1) 試験方法

伝搬損失の試験構成を図 2-19 に示す。

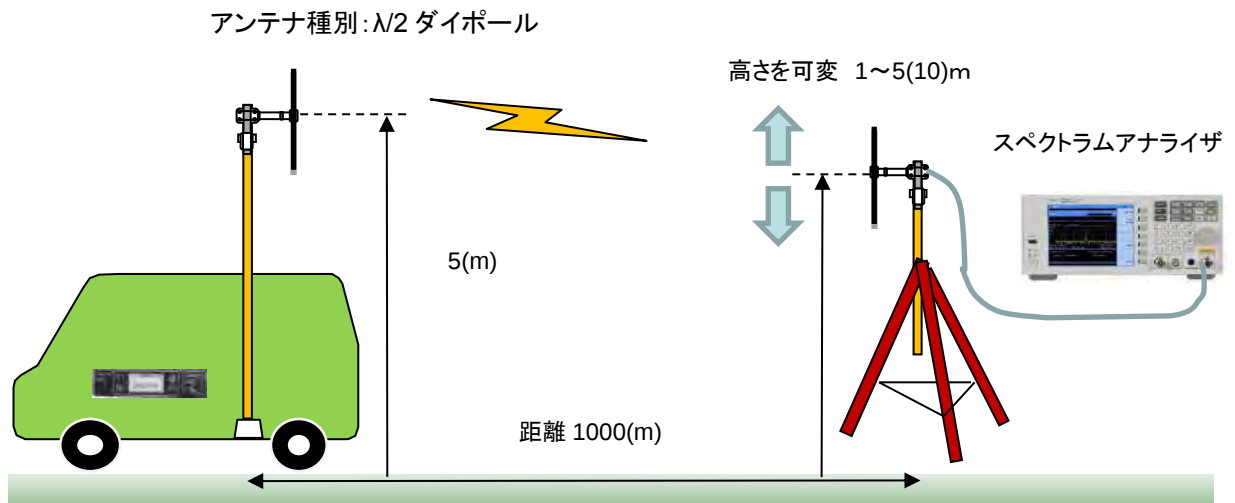


図 2-19 ハイトパターンの試験構成

- 送信側はアンテナ高 5m で、受信側は送信側から約 1km の距離においてアンテナを設置する。受信アンテナの高さを 1 から 5m に変化したときの受信レベルをスペクトラムアナライザで測定する。なお、東部支所については参考のため 10m まで高さを変化して測定した。
- 測定場所：表 2-1 に記載の③から⑥の 4 カ所
- 測定条件：周波数 464.85MHz 測定帯域幅 6.25kHz

(2) 測定結果

ハイトパターンの測定結果を表 2-20 に、またハイトパターンを図 2-20 に示す。

高さに対し利得も上がるが、⑥支笏湖支所は逆に下がった。これは山間地の樹木の減衰や山谷の反射の影響を受けているものと推定する。またアンテナの高さが 5m 以上でどうなるか、④東部支所で測定した。

利得は上昇したが緩やかなものであり、利得改善効果としては無いものとする。

表 2-20 ハイトパターンの測定結果

ハイトパターン 場所	利得[dB]									
	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m
③ 水防センター	0	2.54	8.20	10.64	12.18	－	－	－	－	－
④ 東部支所	0	2.04	5.53	8.14	10.13	10.20	11.33	11.79	13.09	13.49
⑤ 美笛キャンプ場	0	4.11	7.34	9.91	11.52	－	－	－	－	－
⑥ 支笏湖支所	0	0.68	-0.69	-4.53	-3.24	－	－	－	－	－

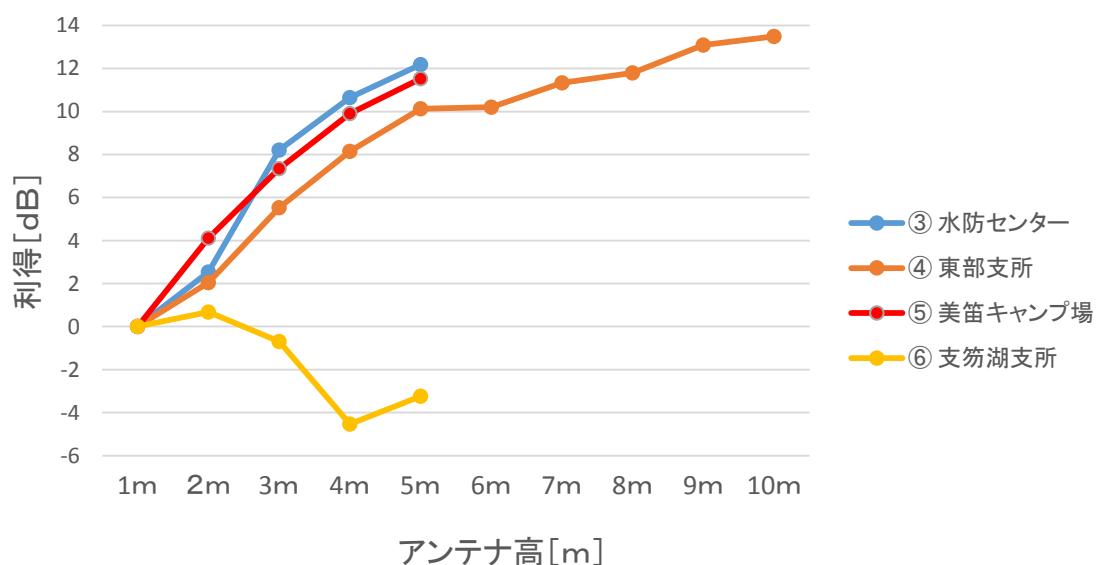


図 2-20 アンテナの高さパターン

2.3.2.5 反射波（水平パターン）

（１）試験方法

伝搬損失の試験構成を図 2-21 に示す。

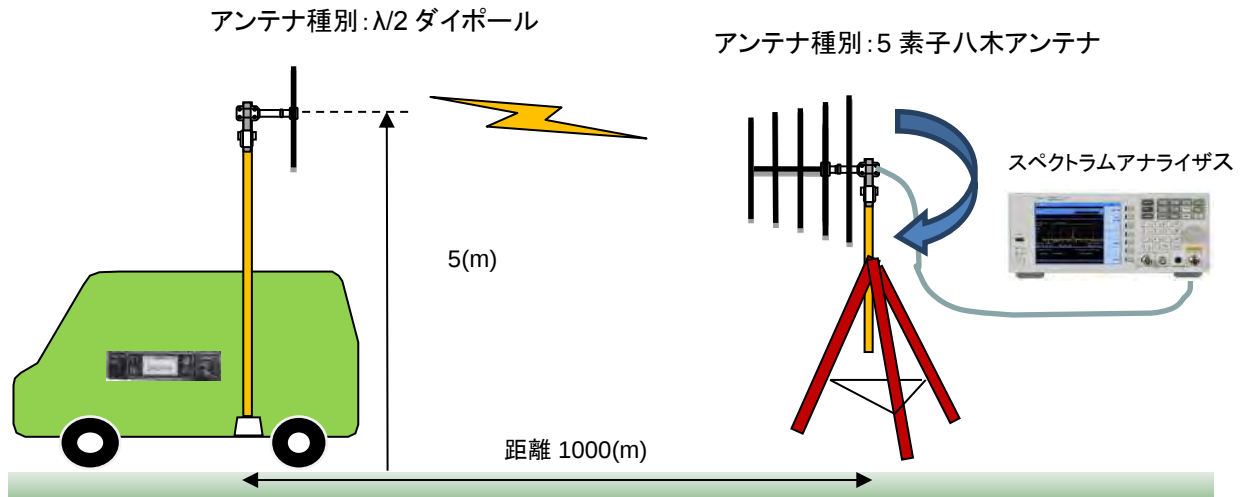


図 2-21 反射波の試験構成

- 送信側はアンテナ高 5m で、受信側は送信側から約 1km の距離においてアンテナを設置する。受信アンテナの高さを 2m にして、アンテナの向きを 0° から 360° 回転したときの受信レベルをスペクトラムアナライザで測定する。
- 測定場所：表 2-1 に記載の①,③,④,⑤,⑥の 5 カ所
- 測定条件：周波数 464.85MHz 測定帯域幅 6.25kHz

(2) 測定結果

水平パターンの測定結果を表 2-21 に、また水平パターンを図 2-22 に示す。

水平パターンは電波の到来方向が強く、あまり指向性は見られないが、①しなの児童館は到来方向より周辺方向が強い。これは到来方向にしなの児童館の建物があり、到来方向より周辺の反射波の方が強いためと考える。(図 2-23 参照)

表 2-21 水平パターンの測定結果

水平パターン 場所	利得[dB]											
	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
① しなの児童館	0.00	4.79	-9.12	8.01	13.87	11.71	11.65	13.06	0.70	16.02	7.81	10.88
③ 水防センター	0.00	-2.78	-4.90	-8.80	-5.88	-7.46	-4.39	-6.95	-11.29	-6.20	-4.61	-1.17
④ 東部支所	0.00	-1.43	-7.41	-10.44	-16.13	-13.48	-10.54	-21.39	-9.86	-7.59	-5.80	-5.26
⑤ 美笛キャンプ場	0.00	1.85	-2.10	-10.59	-1.26	-5.94	-9.83	-1.46	-0.90	-9.56	3.60	-1.37
⑥ 支笏湖支所	0.00	-13.89	-5.27	-7.93	-2.32	-0.43	-0.74	-3.48	-12.79	-1.68	-4.53	2.30

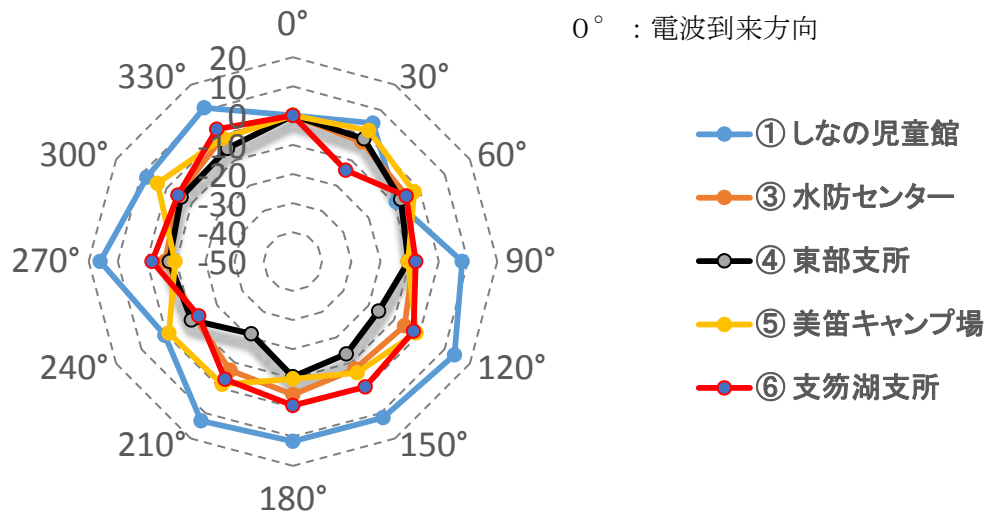


図 2-22 水平パターン



図 2-23 しなの児童館の測定状況

2.3.2.6 地形による伝搬特性（通達距離の調査）

（１）試験方法

地形による伝搬特性の試験構成を図 2-24 に示す。

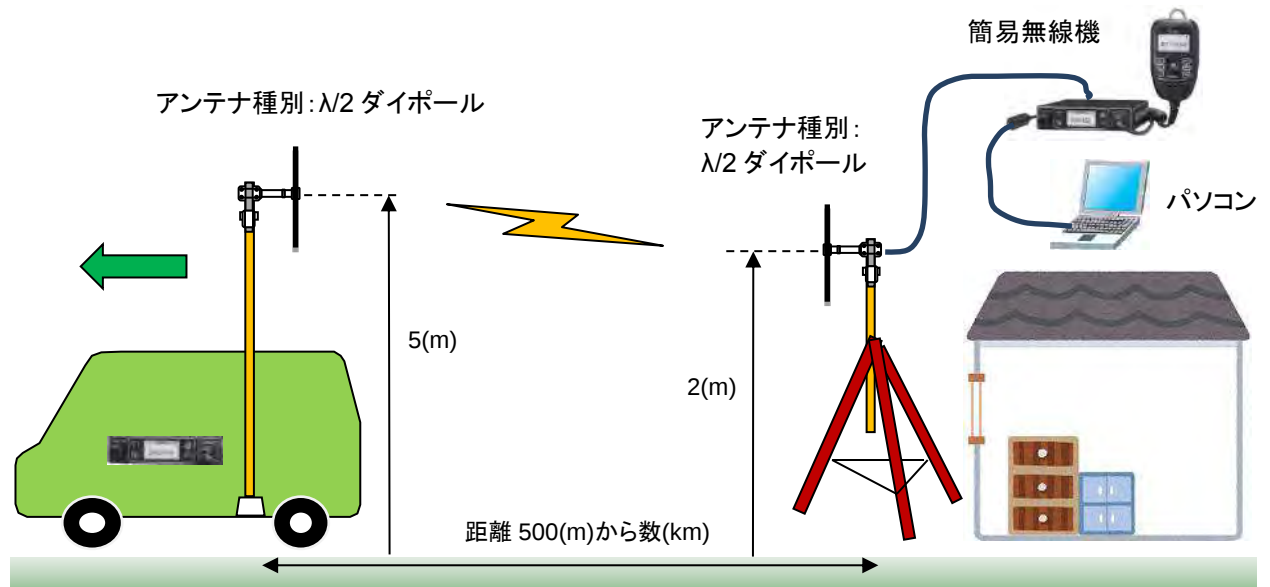


図 2-24 地形による伝搬特性の試験構成

- 送信側はアンテナ高 5m で、受信側はアンテナ高 2m でアンテナを設置する。実験車を通達距離 500m から指定距離に移動して送信を行い、受信入力電圧と BER を測定する。
- 測定場所：表 2-1 に記載の①から⑥の 6 カ所
- 測定条件：周波数 464.85MHz 送信出力 5W 及び 1W

（２）測定結果

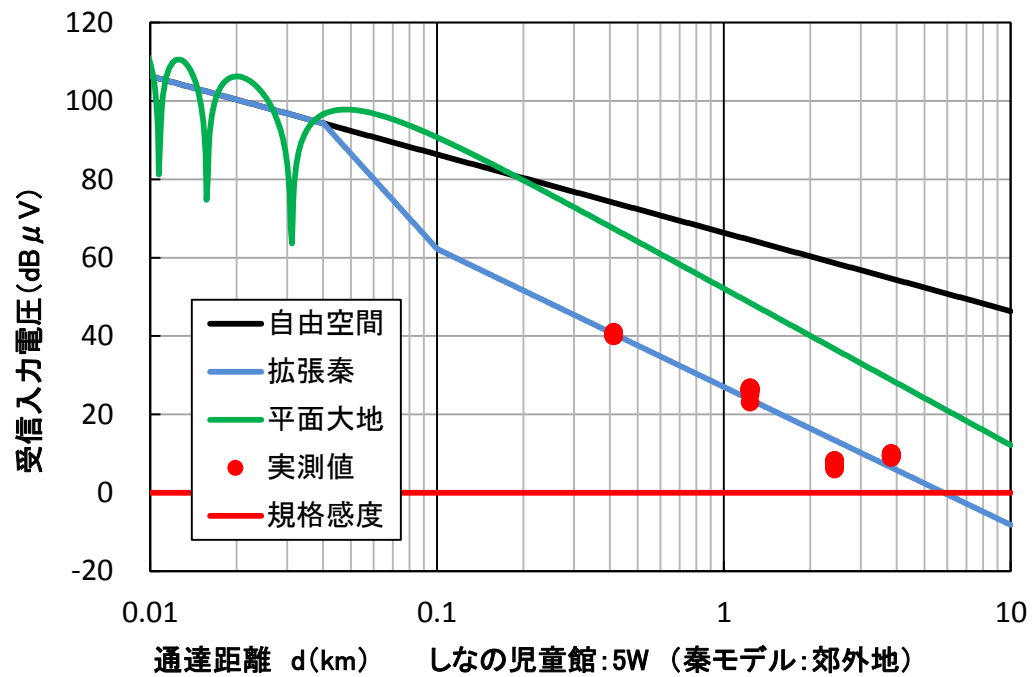
地形による伝搬特性の測定の結果を、拡張秦モデルのカーブにプロットした結果を図 2-25 から図 2-30 に示す。

実証試験に選定した千歳市の市街地の状況は、都市部ではないため 4 階建て以上の建物に囲まれた市街地ではなく、平野部に建物が点在している郊外地に近いため、郊外地モデルに合う。同様に千歳市の郊外地は高い樹木や建物の影響が非常に少なく、見通しの良い地理状況であることから開放地モデルに合う。また、山間地の近似曲線としては、周りを囲まれた遮蔽状況の観点から、市街地モデルに合う。

実際の実施場所の地形状況と、測定ポイントを図 2-31 から図 2-36 に示す。図中の丸数字は各送信点を示しており、それぞれの受信点からの距離を記載した。

①しなの児童館

(a) 送信出力 5W



(b) 送信出力 1W

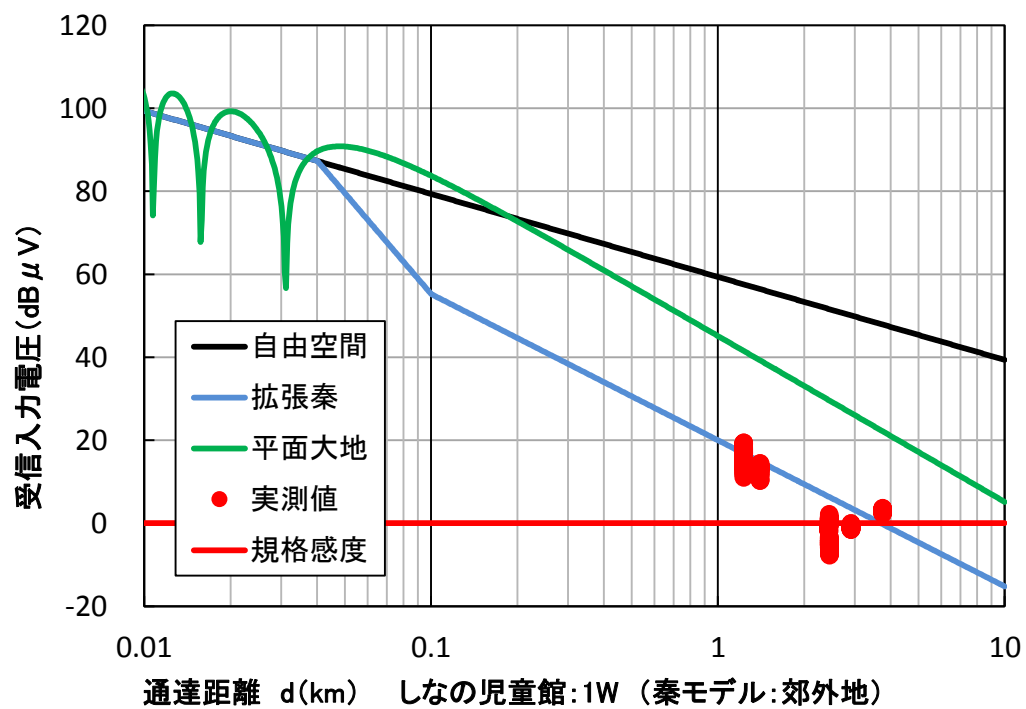
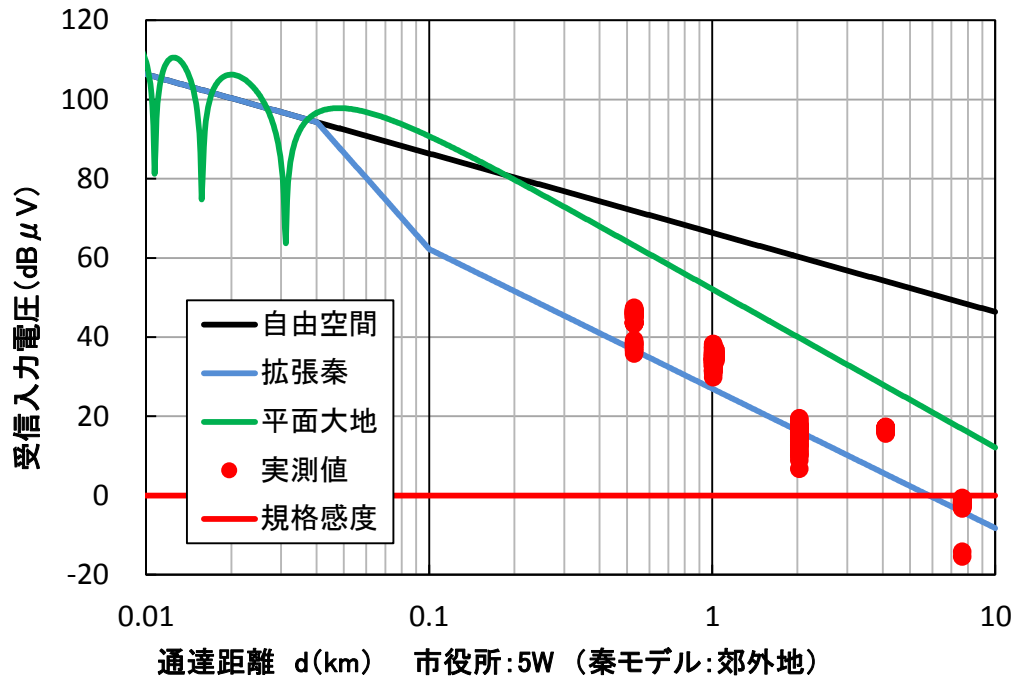


図 2-25 しなの児童館の通達距離の結果

②千歳市役所

(a) 送信出力 5W



(b) 送信出力 1W

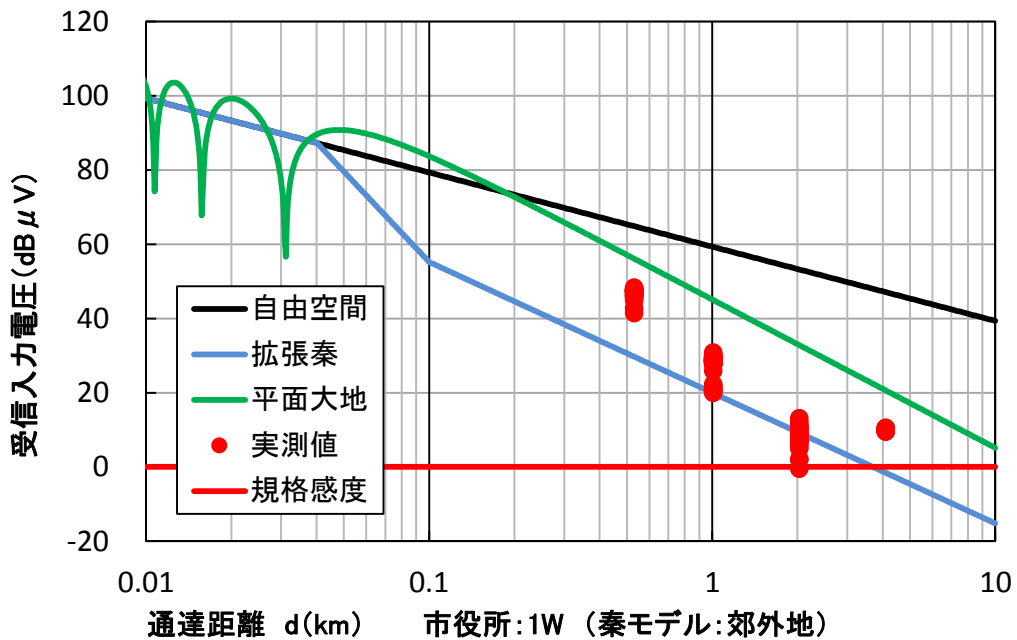
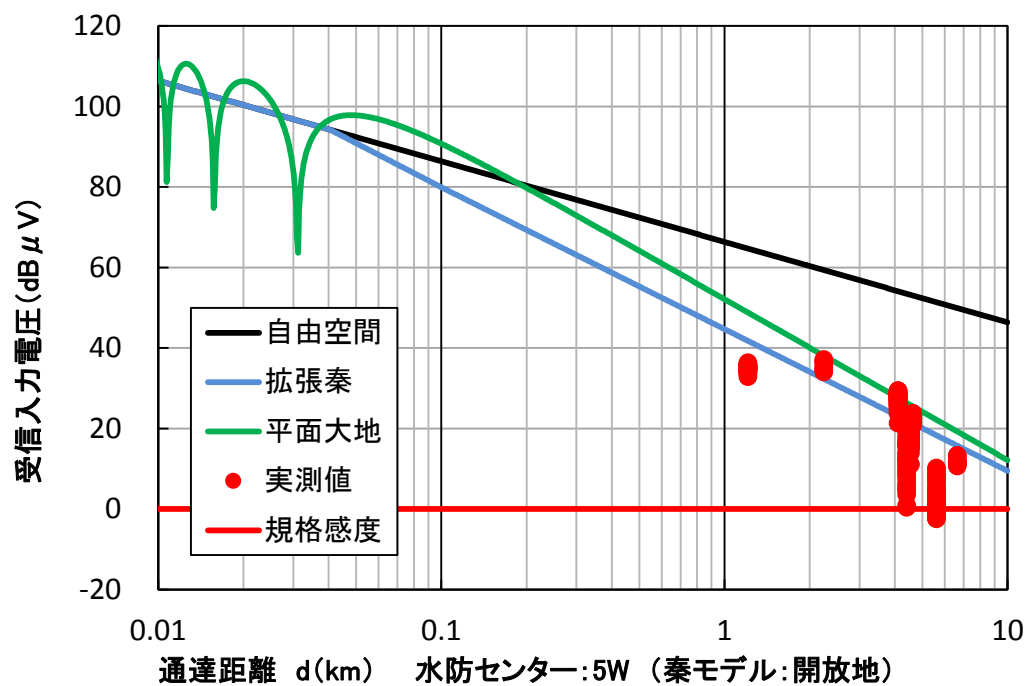


図 2-26 千歳市役所の通達距離の結果

③水防センター

(a) 送信出力 5W



(b) 送信出力 1W

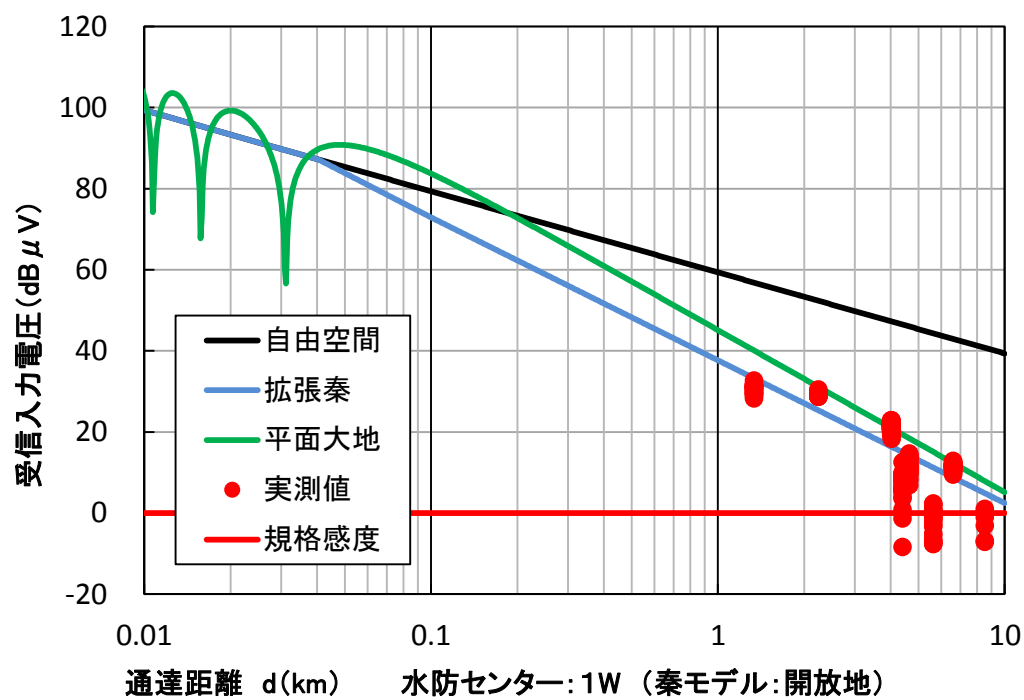
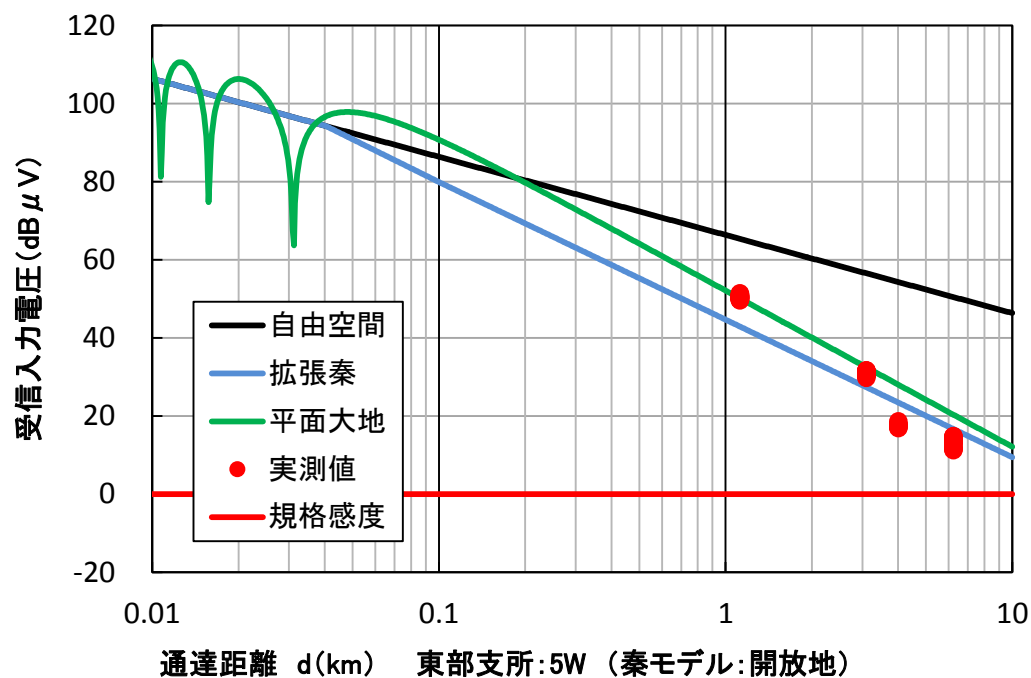


図 2-27 水防センターの通達距離の結果

④東部支所

(a) 送信出力 5W



(b) 送信出力 1W

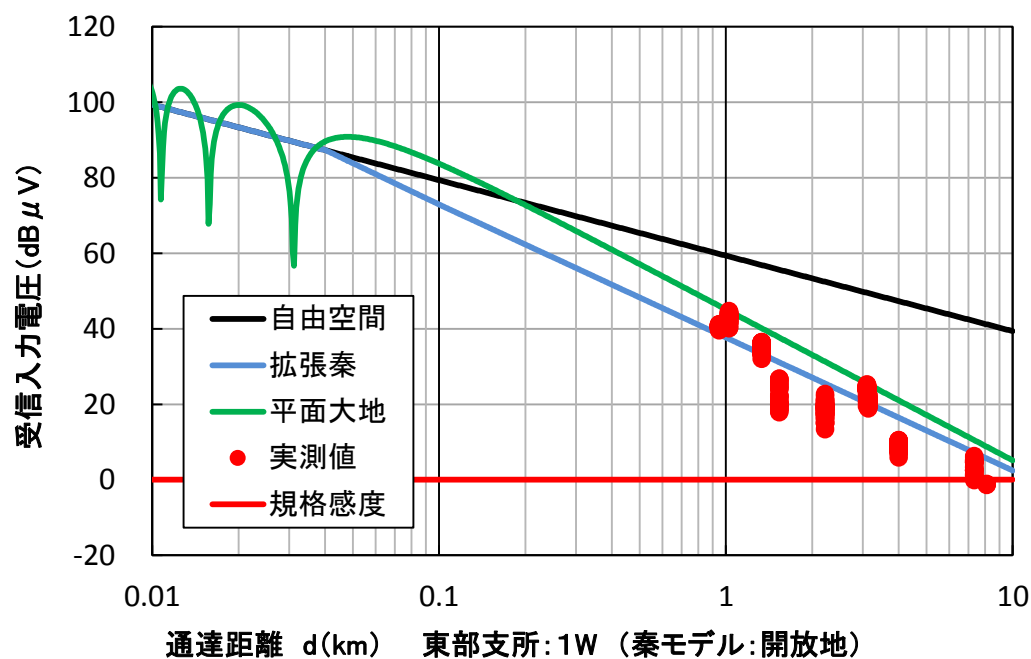
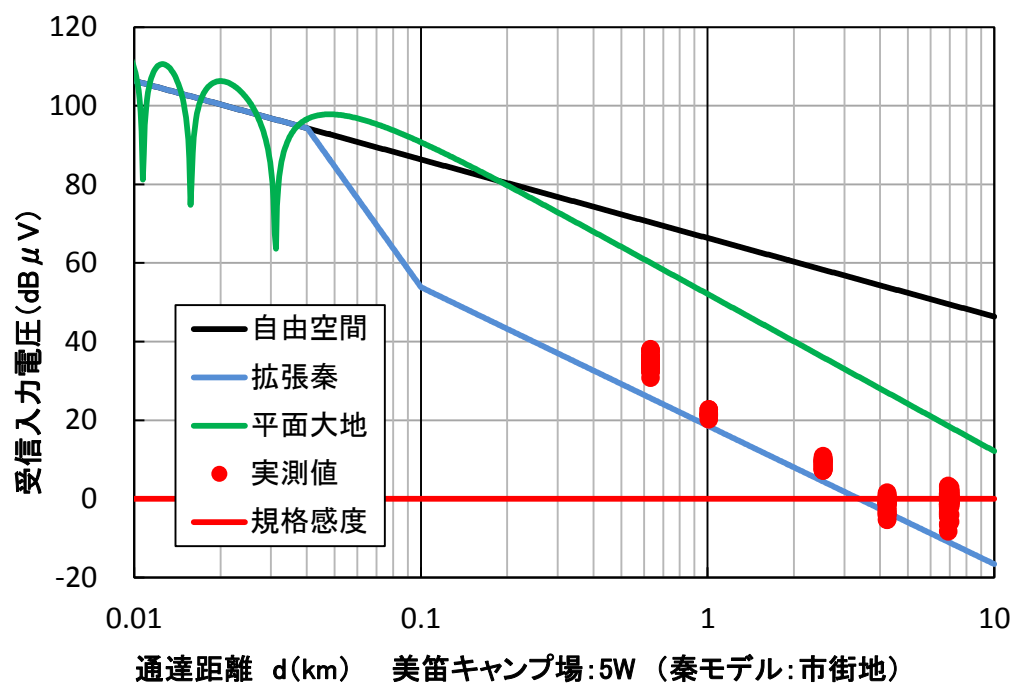


図 2-28 東部支所の通達距離の結果

⑤美笛キャンプ場

(a) 送信出力 5W



(b) 送信出力 1W

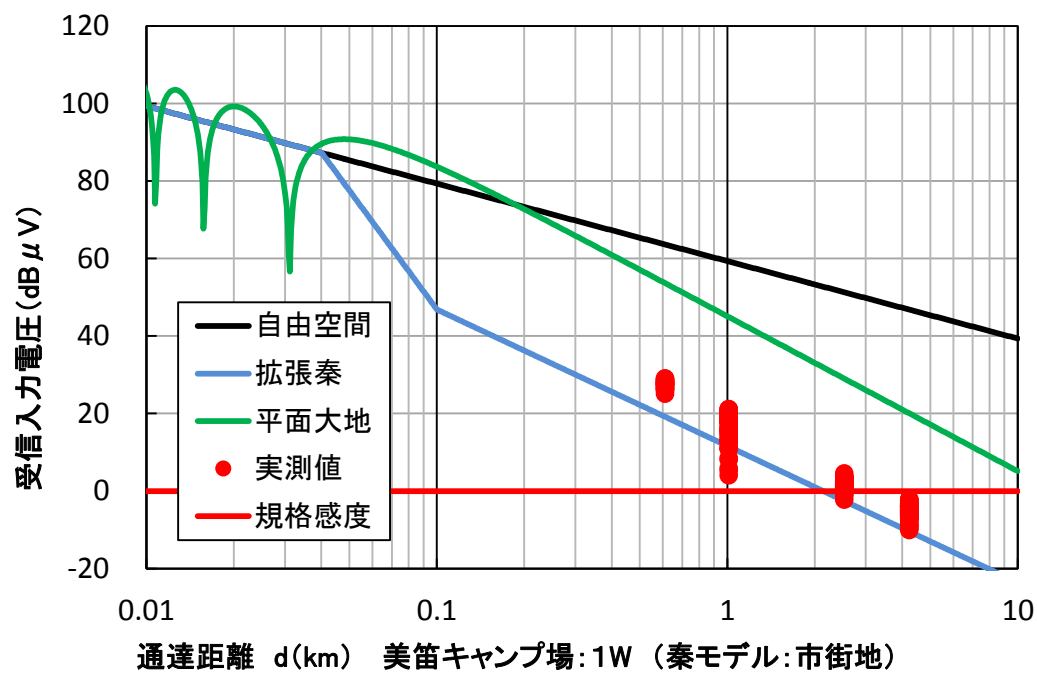
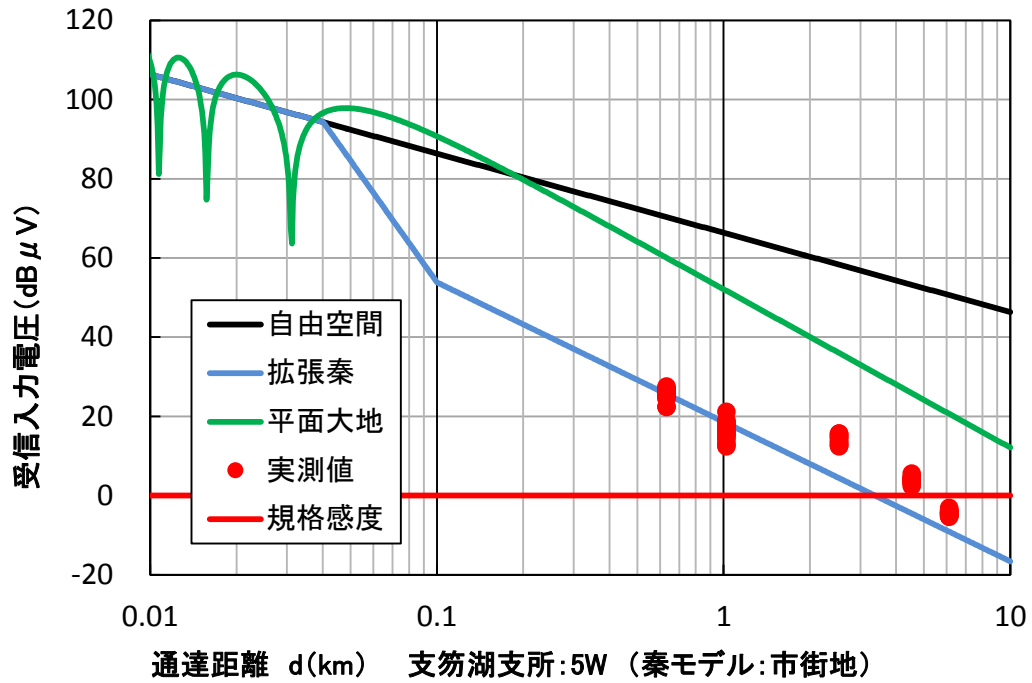


図 2-29 美笛キャンプ場の通達距離の結果

⑥支笏湖支所

(a) 送信出力 5W



(b) 送信出力 1W

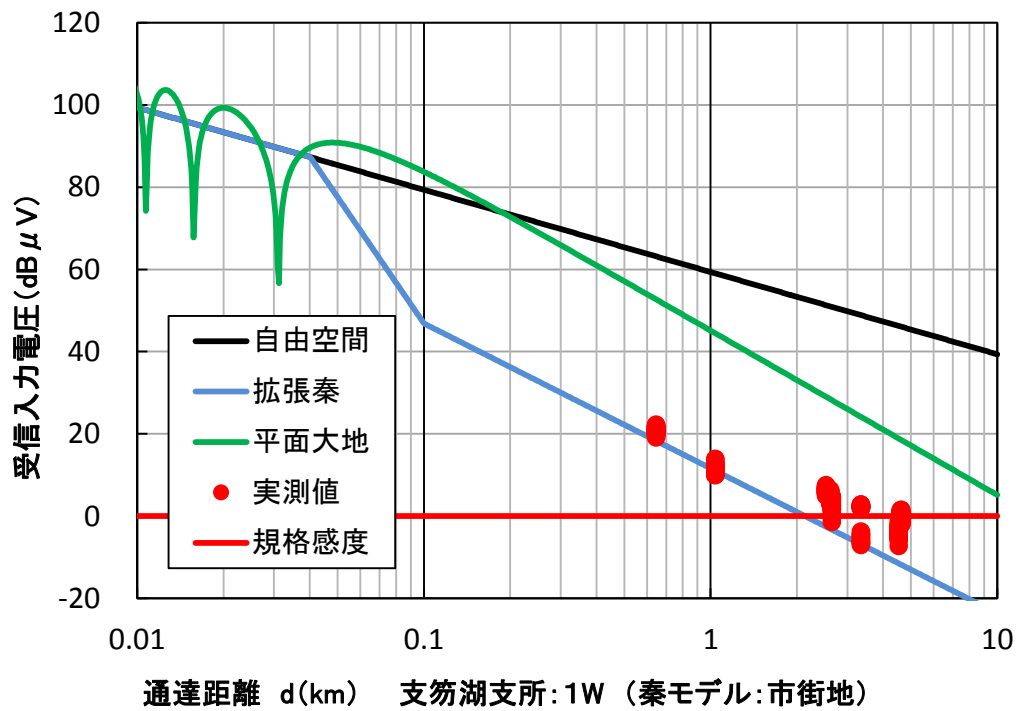
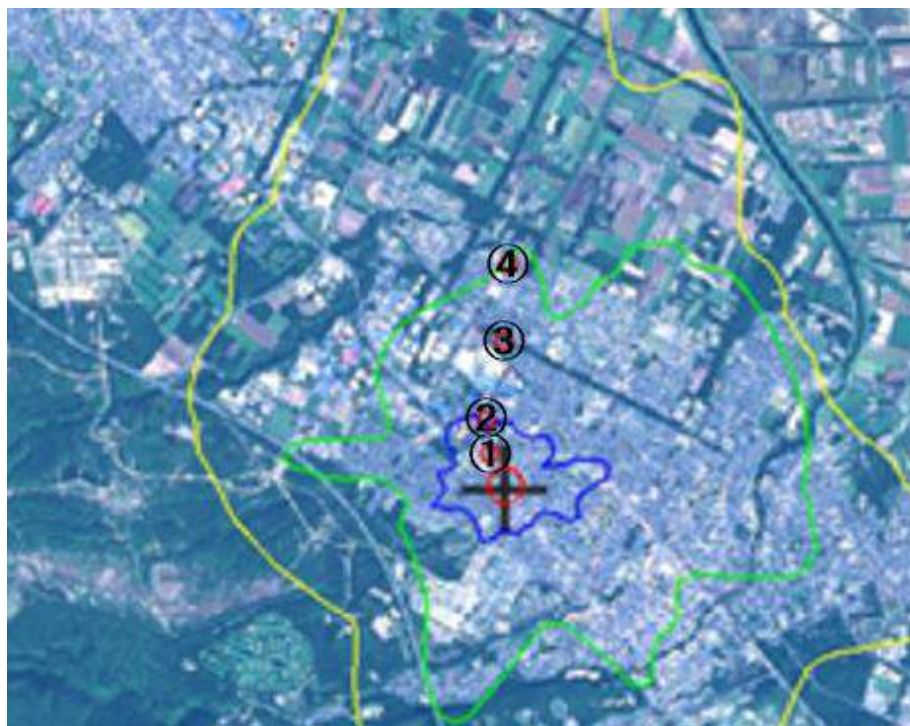


図 2-30 支笏湖支所の通達距離の結果

① しなの児童館



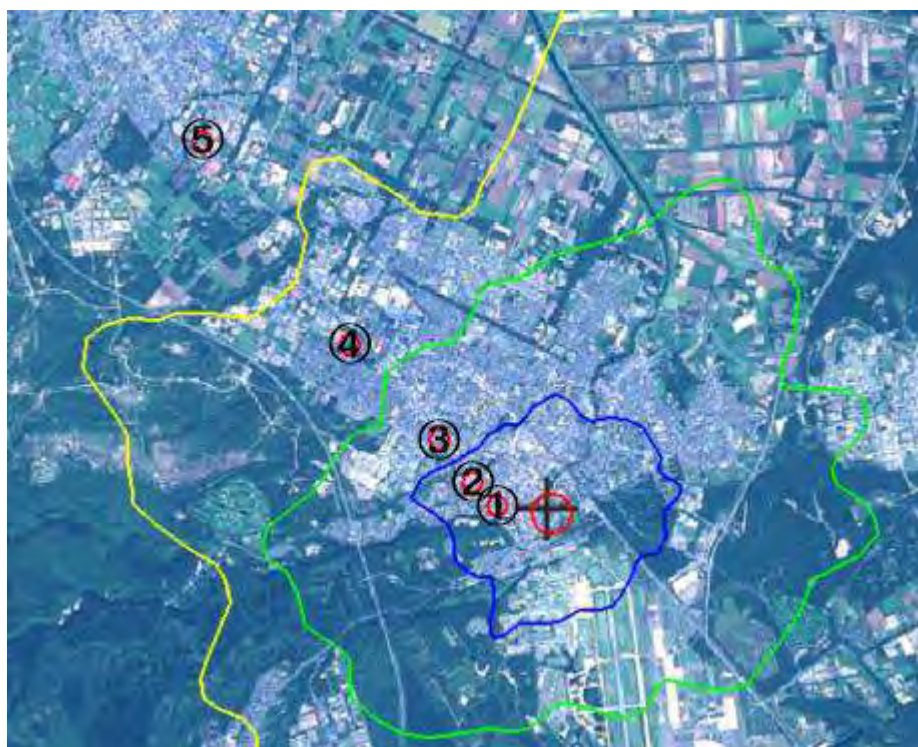
出典：国土地理院ウェブサイト (<http://maps.gsi.go.jp/>)

受信点からの距離	
①	380m
②	1234m
③	2300m
④	3610m

受信入力電圧	
0～19dB μ V	
20～29dB μ V	
30～49dB μ V	
50dB μ V 以上	

図 2-31 しなの児童館実測場所

②千歳市役所



出典：国土地理院ウェブサイト (<http://maps.gsi.go.jp/>)

受信点からの距離	
①	430m
②	1008m
③	1900m
④	3810m
⑤	7270m

受信入力電圧	
0～19dB μ V	
20～29dB μ V	
30～49dB μ V	
50dB μ V 以上	

図 2-32 千歳市役所実測場所

③ 水防センター



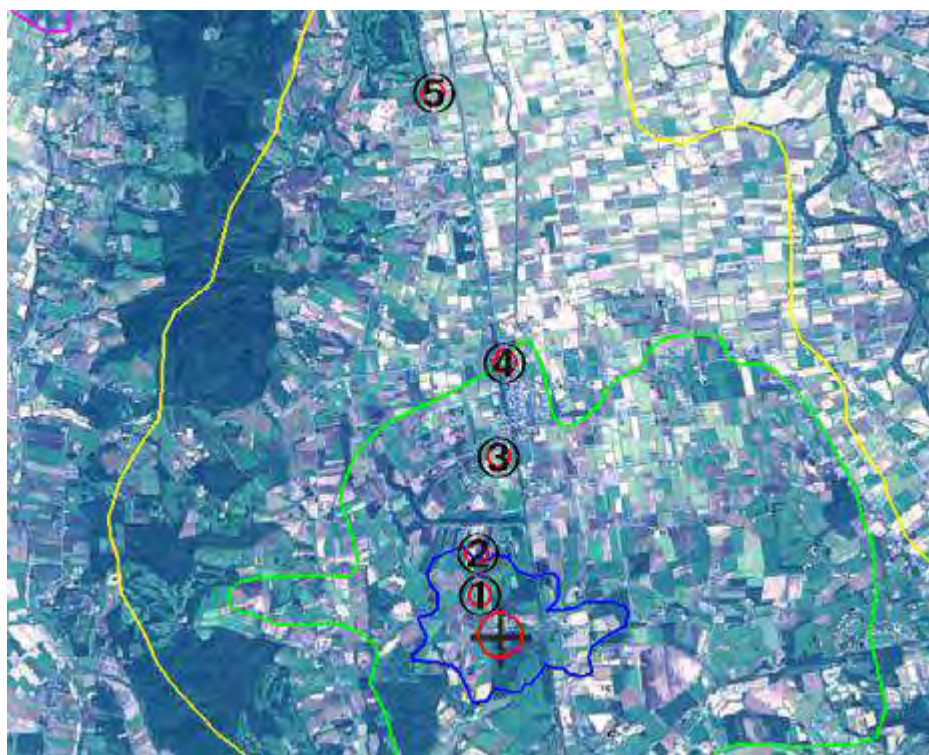
出典：国土地理院ウェブサイト (<http://maps.gsi.go.jp/>)

受信点からの距離	
①	500m
②	1211m
③	2080m
④	4140m
⑤	8100m

受信入力電圧	
0～19dB μ V	
20～29dB μ V	
30～49dB μ V	
50dB μ V 以上	

図 2-33 水防センター実測場所

④ 東部支所



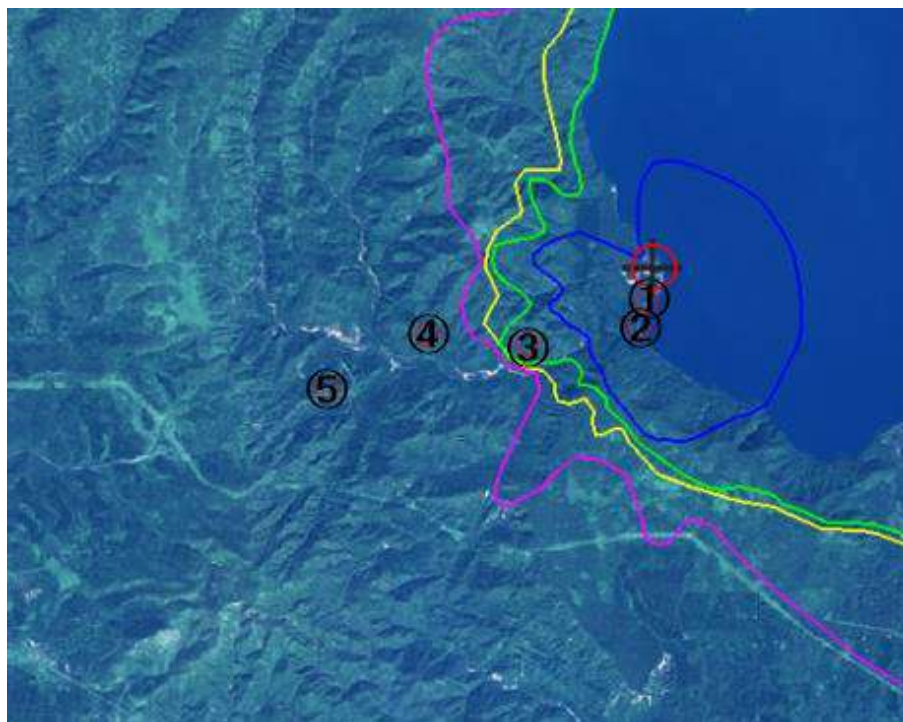
出典：国土地理院ウェブサイト (<http://maps.gsi.go.jp/>)

受信点からの距離	
①	460m
②	1121m
③	2160m
④	4010m
⑤	8100m

受信入力電圧	
0～19dB μ V	
20～29dB μ V	
30～49dB μ V	
50dB μ V 以上	

図 2-34 東部支所実測場所

⑤ 美笛キャンプ



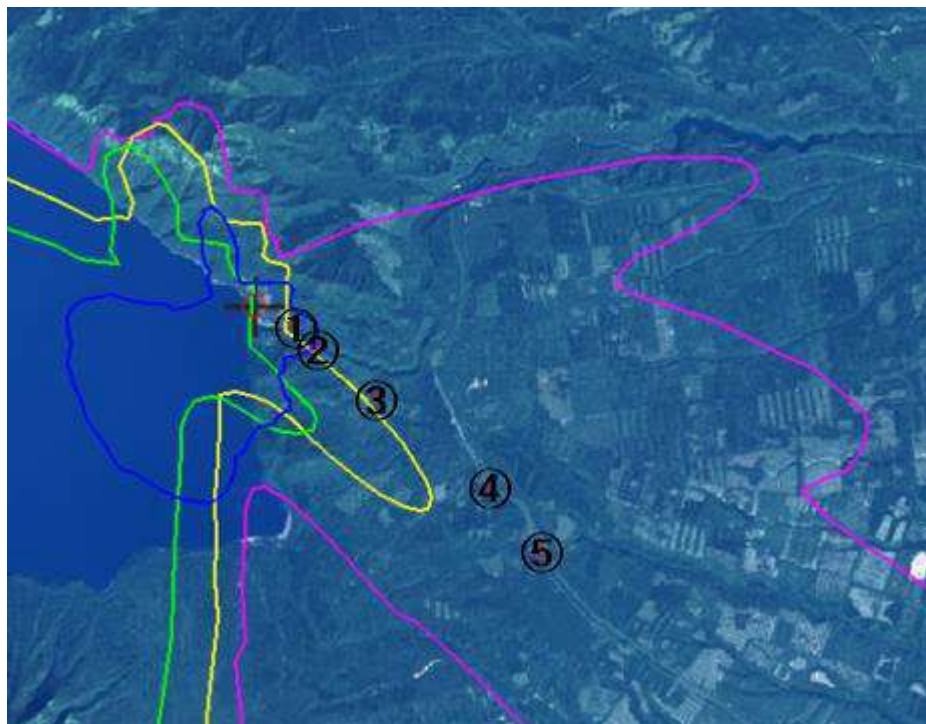
出典：国土地理院ウェブサイト (<http://maps.gsi.go.jp/>)

受信点からの距離	
①	550m
②	1010m
③	2410m
④	3840m
⑤	6360m

受信入力電圧	
0～19dB μ V	
20～29dB μ V	
30～49dB μ V	
50dB μ V以上	

図 2-35 美笛キャンプ場実測場所

⑥ 支笏湖支所



出典：国土地理院ウェブサイト (<http://maps.gsi.go.jp/>)

受信点からの距離	
①	550m
②	1038m
③	2330m
④	4250m
⑤	5790m

受信入力電圧	
0～19dB μ V	
20～29dB μ V	
30～49dB μ V	
50dB μ V以上	

図 2-36 支笏湖支所実測場所

2.3.2.7 建物・設置場所による伝搬特性（透過損失の調査）

（１）試験方法

建物・設置場所による伝搬特性の試験構成を図 2-37 に示す。

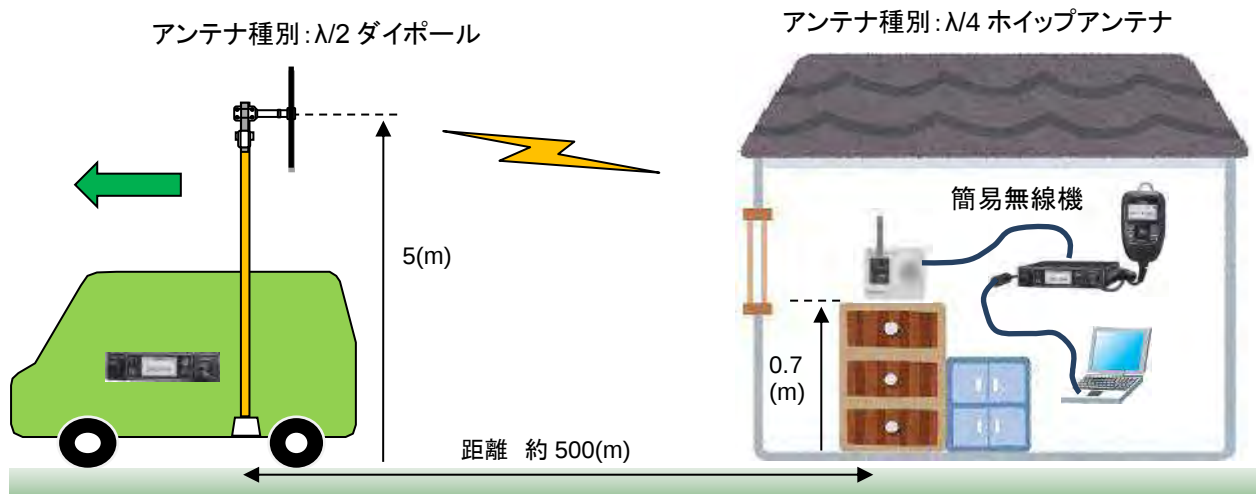


図 2-37 建物・設置場所による伝搬特性の試験構成

- 送信側はアンテナ高 5m、通達距離を約 500m 離れた所から送信を行い、戸別受信機で屋外の基準点及び屋内の各箇所の受信入力電圧を測定して、透過損失を測定する。
- 実証試験に選定した各施設の構造を付属資料 9 の付表 3 に示す。
- 測定場所：表 2-1 に記載の②,④,⑤の 3 カ所
- 測定条件：周波数 464.85MHz 送信出力 5W

(2) 測定結果

各施設の測定位置図の○数字における測定データを各表に示し、基準点①と各測定点との RSSI 値の差がその測定点における透過損失となる。

②千歳市役所

千歳市役所の透過損失の測定結果を表 2-22 に、また透過損失の測定位置を図 2-38 に示す。

表 2-22 千歳市役所の透過損失の測定結果

位置	RSSI [dBuV]	BER [%]	透過損失 [dB]	位置	RSSI [dBuV]	BER [%]	透過損失 [dB]
①基準	45.8	0	—	⑧	22.4	0	23.4
②	35.7	0.03	10.1	⑨	24.1	0	21.7
③	30.9	0	14.9	⑩	13.4	0	32.4
④	32.6	0	13.2	⑪	19.5	0	26.3
⑤	33.8	0	12.0	⑫	28.9	0	16.9
⑥	33.5	0	12.3	⑬	15.4	0	30.4
⑦	35.7	0	10.1	⑭	25.5	0	20.3

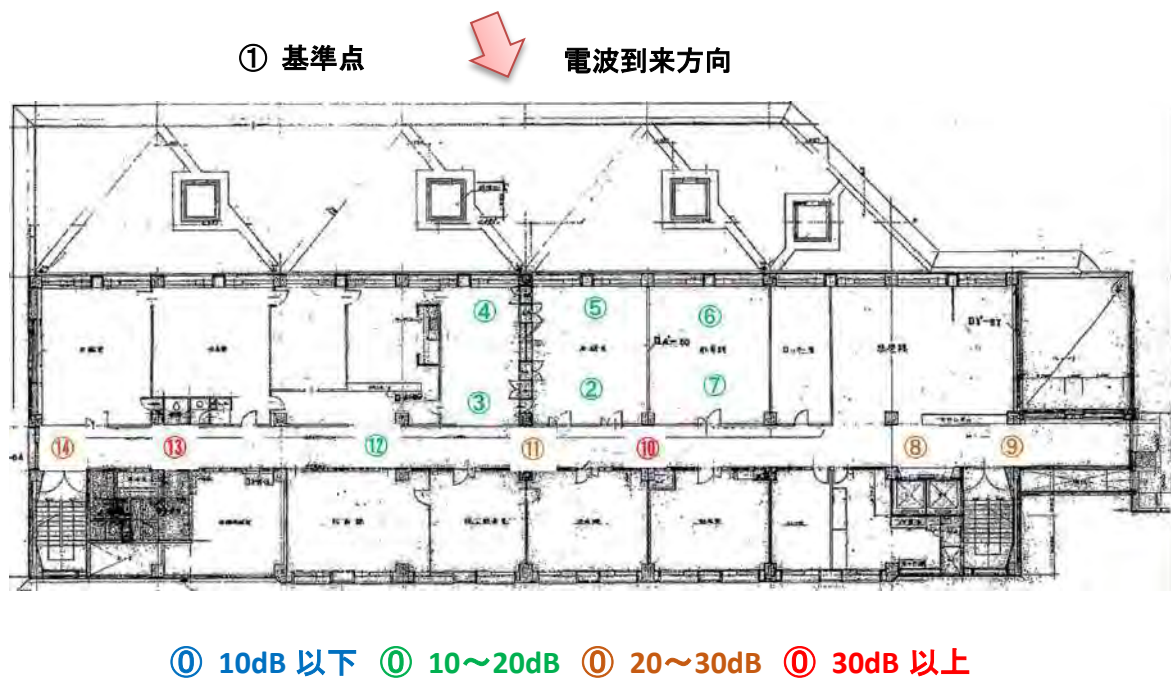


図 2-38 千歳市役所の透過損失の測定位置

④東部支所

東部支所の透過損失の測定結果を表 2-23 に、また透過損失の測定位置を図 2-39 に示す。

表 2-23 東部支所の透過損失の測定結果

位置	RSSI [dBuV]	BER [%]	透過損 失[dB]	位置	RSSI [dBuV]	BER [%]	透過損 失[dB]	位置	RSSI [dBuV]	BER [%]	透過損 失[dB]
①基準	36.18	0.00	－	⑬	22.78	0.00	13.40	②⑤	28.17	0.00	8.01
②	34.57	0.00	1.61	⑭	15.74	0.00	20.44	②⑥	15.61	0.00	20.57
③	35.45	0.00	0.73	⑮	17.69	0.00	18.49	②⑦	19.22	0.00	16.96
④	31.05	0.00	5.13	⑯	22.05	0.00	14.13	②⑧	22.11	0.00	14.07
⑤	21.55	0.00	14.63	⑰	20.55	0.00	15.63	②⑨	15.18	0.00	21.00
⑥	29.80	0.00	6.38	⑱	22.76	0.00	13.42	③⑩	21.42	0.00	14.76
⑦	28.97	0.00	7.21	⑲	29.13	0.00	7.05	③⑪	18.61	0.00	17.57
⑧	28.05	0.00	8.13	⑳	23.15	0.00	13.03	③⑫	6.63	0.00	29.55
⑨	24.42	0.00	11.76	㉑	33.21	0.00	2.97	③⑬	18.73	0.00	17.45
⑩	33.38	0.00	2.80	㉒	28.23	0.00	7.95	③⑭	19.28	0.00	16.90
⑪	36.45	0.00	－0.27	㉓	16.93	0.00	19.25	③⑮	17.22	0.00	18.96
⑫	27.11	0.00	9.07	㉔	16.28	0.00	19.90	③⑯	13.36	0.00	22.82

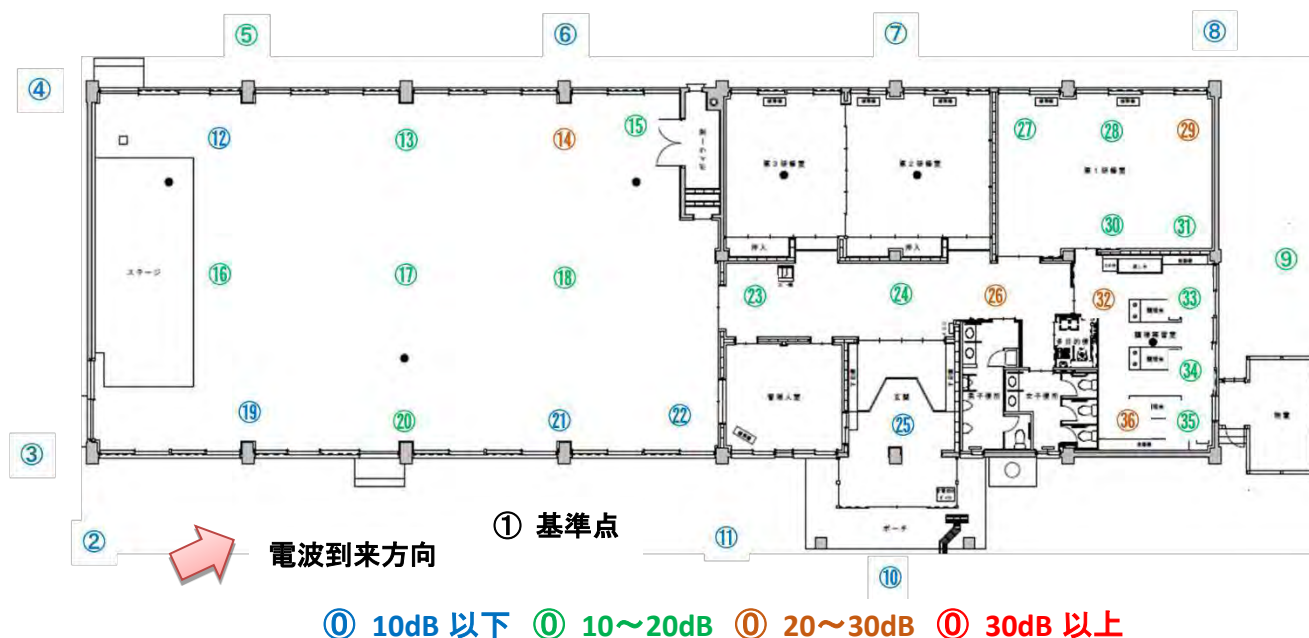


図 2-39 東部支所の透過損失の測定位置

⑤美笛キャンプ場

美笛キャンプ場の透過損失の測定結果を表 2-24 に、また透過損失の測定位置を図 2-40 に示す。

表 2-24 美笛キャンプ場の透過損失の測定結果

位置	RSS I[dBuV]	BER [%]	透過損 失[dB]	位置	RSSI [dBuV]	BER [%]	透過損 失[dB]
①基準	29.80	0.00	—	⑪	21.50	0.00	8.30
②	11.40	0.00	18.40	⑫	6.70	0.00	23.10
③	8.90	0.70	20.90	⑬	22.00	0.00	7.80
④	12.50	0.00	17.30	⑭	21.80	0.00	8.00
⑤	11.60	0.00	18.20	⑮	20.90	0.00	8.90
⑥	15.10	0.00	14.70	⑯	24.20	0.00	5.60
⑦	20.40	0.00	9.40	⑰	20.20	0.10	9.60
⑧	18.50	0.00	11.30	⑱	24.70	0.00	5.10
⑨	16.70	0.00	13.10				
⑩	22.40	0.00	7.40				

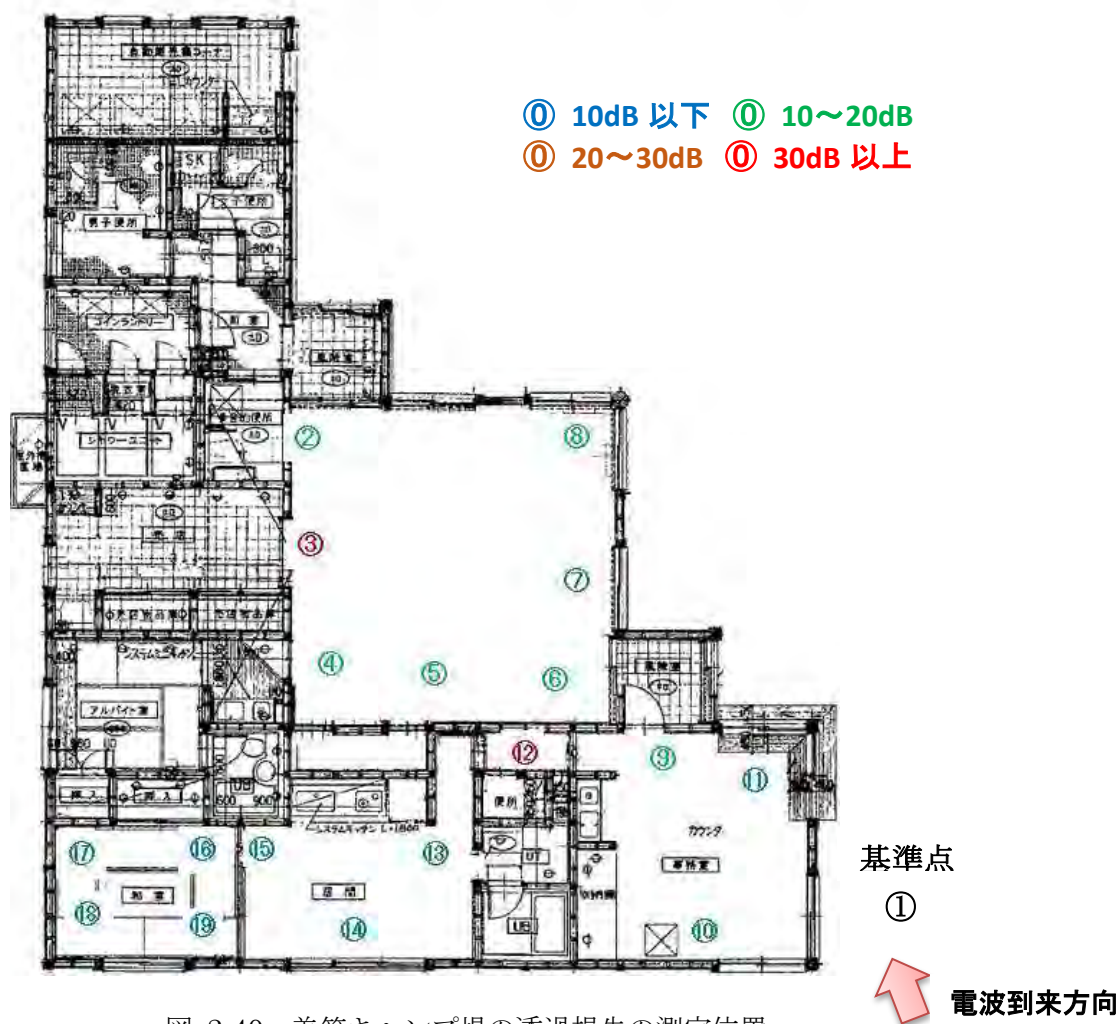


図 2-40 美笛キャンプ場の透過損失の測定位置

2.3.2.8 同一干渉試験による伝搬特性（所要離隔距離の調査）

（1）試験方法

同一干渉試験による伝搬特性の試験構成を図 2-41 に示す。

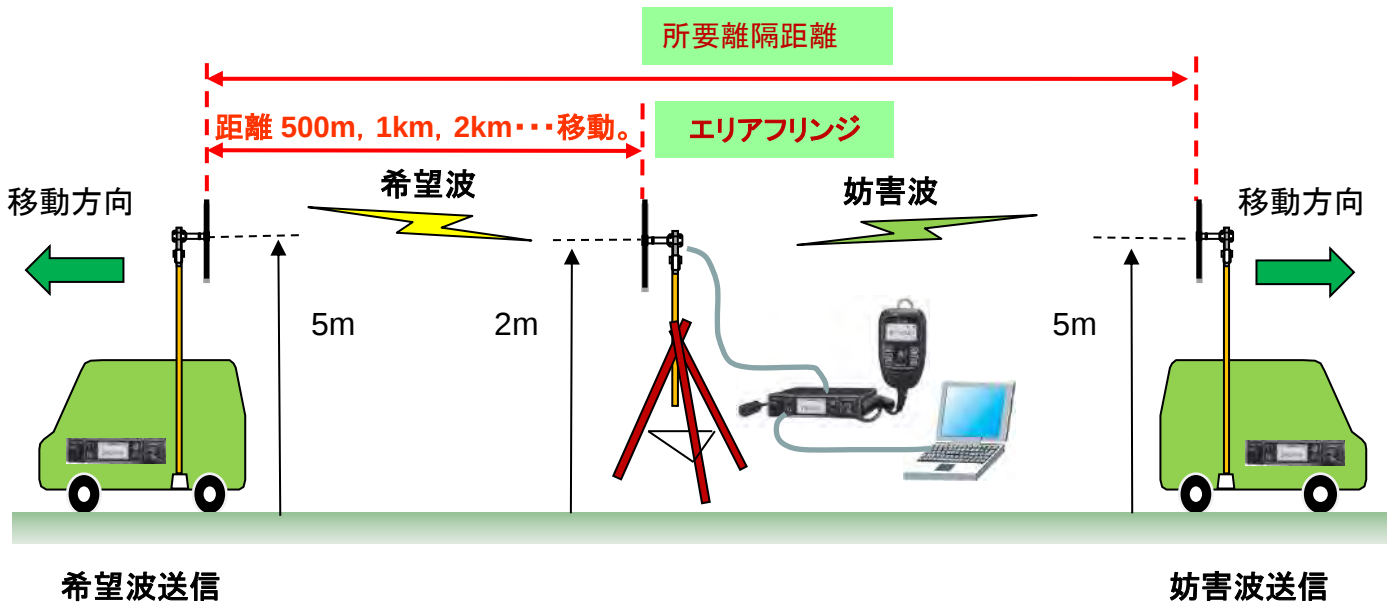


図 2-41 同一干渉試験による伝搬特性の試験構成

- 送信側はアンテナの高さを 5m、実験車を指定距離に移動して送信を行う。希望波の受信に対し、同一周波数で妨害を行い、所要離隔距離について測定する。
- 測定場所：表 2-1 に記載の①,④,⑥の 3 カ所
- 測定条件：周波数 464.85MHz 送信出力 5W 及び 1W

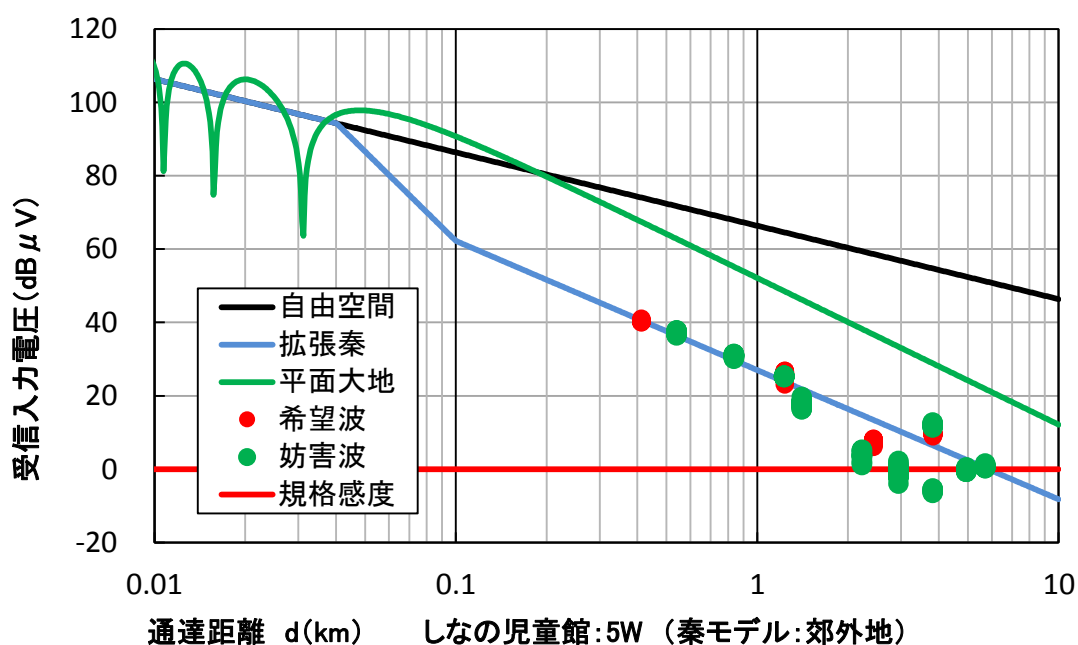
（2）測定結果

しなの児童館における同一波干渉試験の結果を表 2-25 に示す。また、東部支所における同一波干渉試験結果を表 2-26 に、支笏湖支所における同一干渉試験結果を表 2-27 に示す。

① しなの児童館

表 2-25 しなの児童館同一干渉試験結果

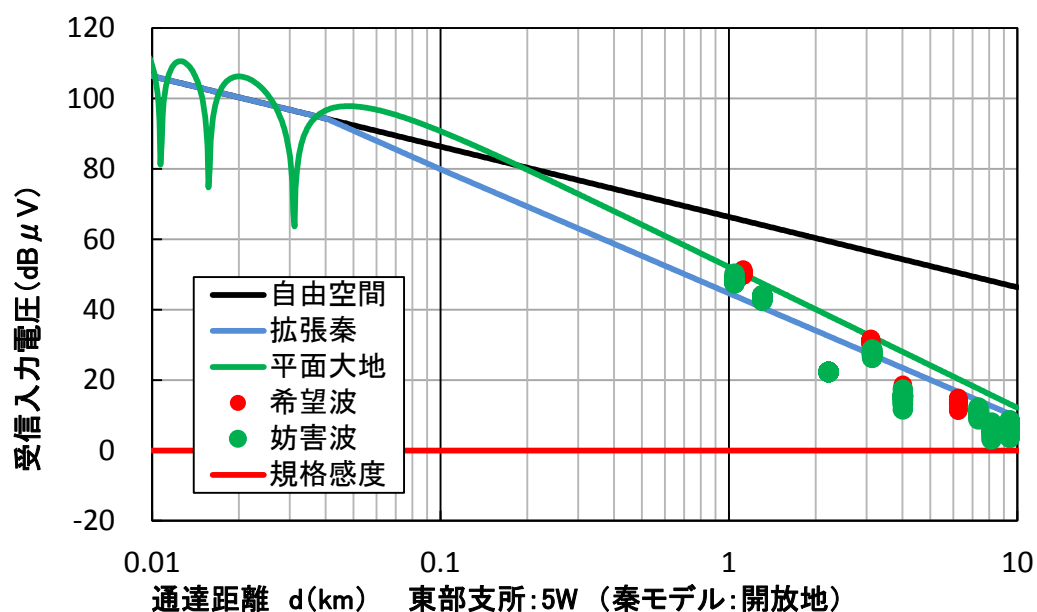
希望波のみ			妨害波のみ			干渉時				
受信局			受信局			受信局		計算値		
希望波 距離 [m]	RSSI [dBuV]	BER [%]	妨害波 距離 [m]	RSSI [dBuV]	BER [%]	RSSI [dBuV]	BER [%]	主要離隔 距離[m]	D/U	妨害波距離 ／希望波距離
413	40.34	0.01	540	37.2	0.04	41.3	12.77	953	3.14	1.31
			836	30.9	0.02	40.8	2.53	1,249	9.44	2.02
			1,229	25.3	0.01	40.6	0.23	1,642	15.05	2.98
1,234	26.18	0.01	1,404	17.8	0.01	26.6	5.97	2,638	8.38	1.14
			2,443	6.5	0.04	25.4	0.12	3,677	19.65	1.98
			2,226	3.5	0.07	25.4	0.20	3,460	22.67	1.80
2,429	7.5	0.02	2,939	-1.0	0.21	6.2	8.38	5,368	8.513	1.21
3,834	9.57	0.02	3,834	10.5	0.00	4.0	>15	7,668	-0.89	1.00
			5,706	0.7	0.10	10.3	5.2	9,540	8.91	1.49
			4,945	-0.3	0.08	10.3	4.9	8,779	9.82	1.29



④ 東部支所

表 2-26 東部支所同一干渉試験結果

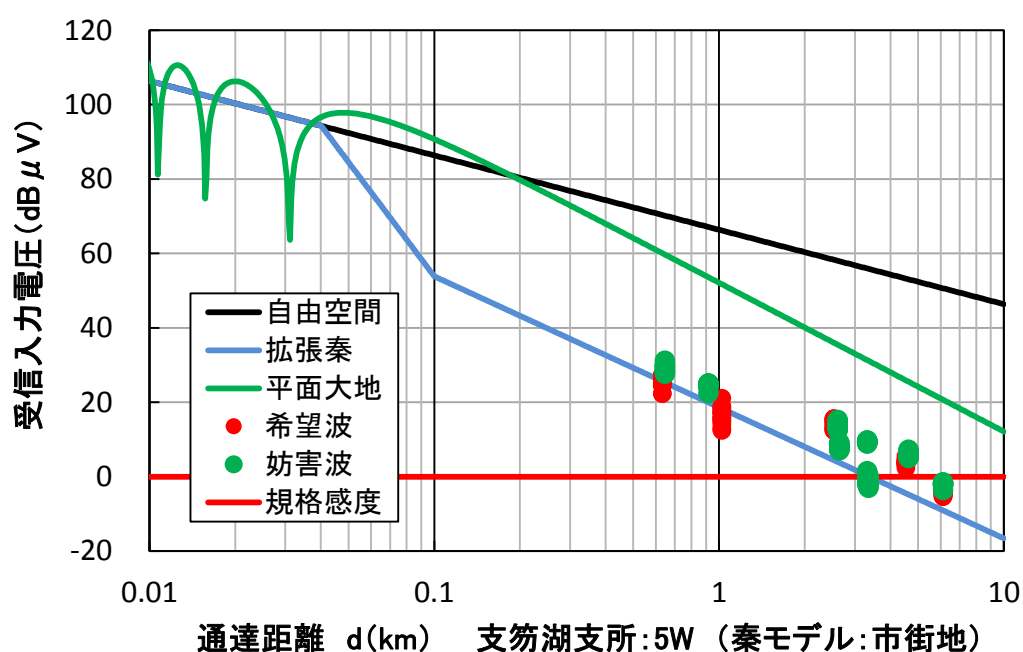
希望波のみ			妨害波のみ			干渉時				
受信局			受信局			受信局			計算値	
希望波 距離 [m]	RSSI [dBuV]	BER [%]	妨害波 距離[m]	RSSI [dBuV]	BER [%]	RSSI [dBuV]	BER [%]	主要離隔 距離[m]	D/U	妨害波距離 ／希望波距離
1,121	50.40	0.00	1,046	48.41	0.00	52.93	>15	2,167	1.99	0.93
			1,306	43.40	0.00	51.39	6.28	2,427	7.00	1.17
			2,217	18.20	0.24	51.13	0.03	3,338	32.20	1.98
3,101	30.92	0.01	3,134	27.39	0.00	33.67	13.30	6,235	3.53	1.01
			4,005	14.85	0.01	31.10	0.14	7,106	16.07	1.29
4,005	17.59	0.00	4,005	14.85	0.01	19.34	>15	8,010	2.74	1.00
			7,334	10.35	0.00	14.42	5.20	11,339	7.24	1.83
			8,139	5.89	0.00	16.41	6.12	12,144	11.70	2.03
6,230	13.21	0.01	8,139	5.89	0.00	14.58	10.69	14,369	7.32	1.31
			9,407	6.59	0.02	15.47	10.92	15,637	6.62	1.51
			11,103	1.46	>15	11.38	5.56	17,333	11.75	1.78



⑥ 支笏湖支所

表 2-27 支笏湖支所同一干渉試験結果

希望波のみ			妨害波のみ			干渉時				
受信局			受信局			受信局			計算値	
希望波 距離 [m]	RSSI [dBuV]	BER [%]	妨害波 距離 [m]	RSSI [dBuV]	BER [%]	RSSI [dBuV]	BER [%]	主要離隔 距離[m]	D/U	妨害波距離 ／希望波距離
632	25.70	0.00	917	24.59	0.00	28.30	8.82	1,549	1.11	1.45
			2,610	14.01	0.00	27.86	1.34	3,242	11.69	4.13
			3,345	-1.05	0.05	29.03	0.03	3,977	26.75	5.29
1,023	16.29	0.00	2,617	13.22	0.00	16.29	10.94	3,640	3.07	2.56
			3,312	-0.21	0.09	21.20	0.02	4,335	16.50	3.24
2,529	14.09	0.00	2,646	7.98	0.00	13.39	>15	5,175	6.11	1.05
			3,312	9.38	0.01	14.42	11.09	5,841	4.71	1.31
			4,620	5.93	0.00	15.18	6.65	7,149	8.16	1.83
4,529	3.85	0.01	4,620	4.43	0.00	12.17	12.17	9,149	-0.58	1.02
			6,117	-2.09	0.21	7.37	2.82	10,646	5.94	1.35



2.3.2.9 その他の実験項目

(1) 防風林による伝搬損失

防風林による伝搬損失の測定は千歳市防災学習センター（住所：北海道千歳市北信濃 6 3 1-1 1）内、防災の森にある防風林で行った。

(ア) 試験方法

防風林の内側と外側で伝搬損失がどのようになるか測定を行った。試験構成を図 2-42 に示す。また受信点（防災の森）と送信点の場所を図 2-43 に示す。

防風林による影響以外に伝搬損失が影響しない見通しの良い場所に送信点を選定している。

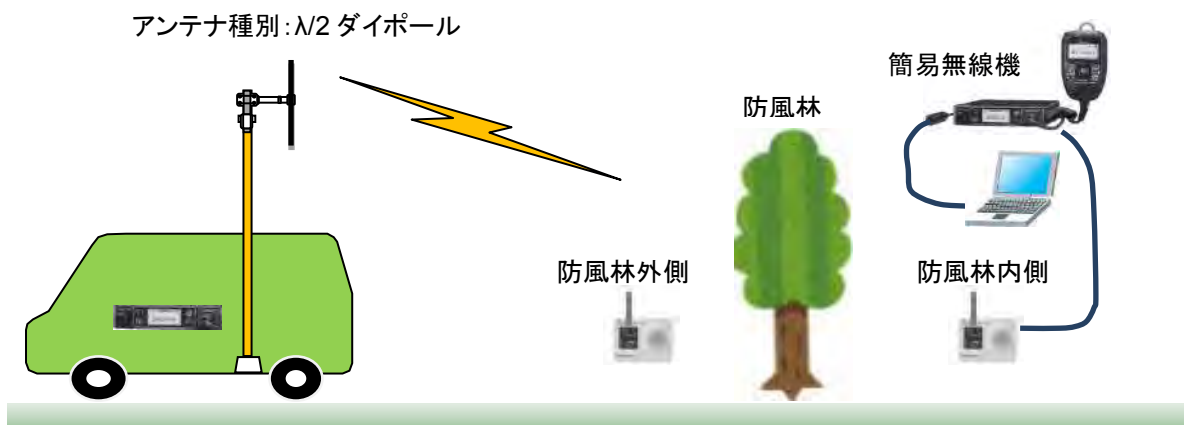


図 2-42 防風林による伝搬損失の試験構成



図 2-43 受信点（防災の森）と送信点の場所

(イ) 試験風景

防風林の樹木の様子と試験風景を図 2-44 に示す。



図 2-44 防風林の樹木の様子と試験風景

(ウ) 測定結果

防風林の内側と外側の地点の伝搬損失を図 2-45 に示す。防風林の厚さが一様でないため測定は連続的に取得したが、図中には測定値例として 4 カ所の測定値を記す。

防風林の外側 -78.8dBm に対し内側は $-85.8\sim-95.4\text{dBm}$ となり、約 $7\sim17\text{dB}$ の減衰が確認された。本実験時は樹木の葉っぱが落ちて枝のみとなっていたが、緑葉が生い茂ると減衰は大きくなることが想定され、防風林の影響を考慮する必要がある。



図 2-45 防風林の内側と外側の電界強度と伝搬損失

また防風林の内側を赤線に沿って移動して連続的に取得したデータを図 2-46 に示す。それぞれの瞬時値を平均化した値を併記した。

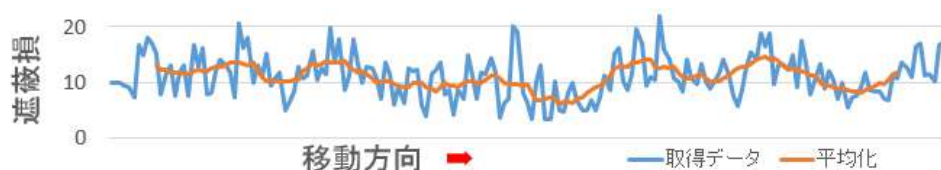


図 2-46 防風林の内側を移動したときの伝搬損失の変動

(2) 人体の影響による伝搬損失

(ア) 試験方法

戸別受信機に人が近づいたときの影響を調べる。戸別受信機の周りを人が約 1m の間隔で移動したときの受信機の入力電圧の変動を測定する。試験構成を図 2-47 に示す。

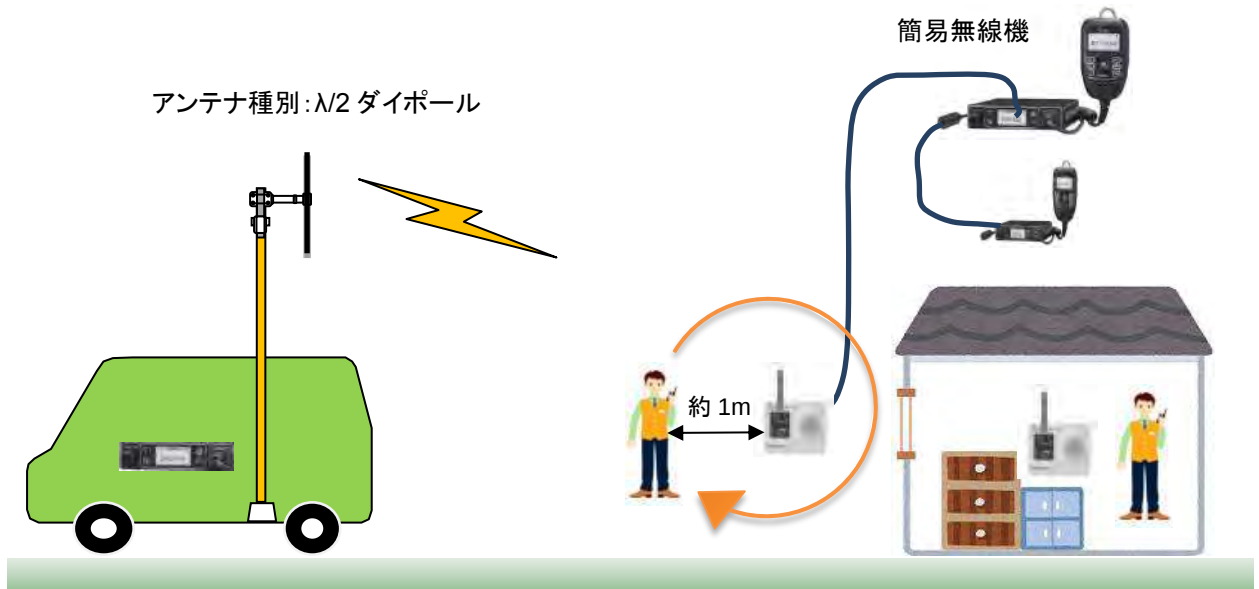


図 2-47 人体の影響による伝搬損失の試験構成

(イ) 試験風景

試験場所は①しなの児童館の屋内と屋外で行い、試験風景を図 2-48 に示す。
遮蔽する人物は同一人物とした。

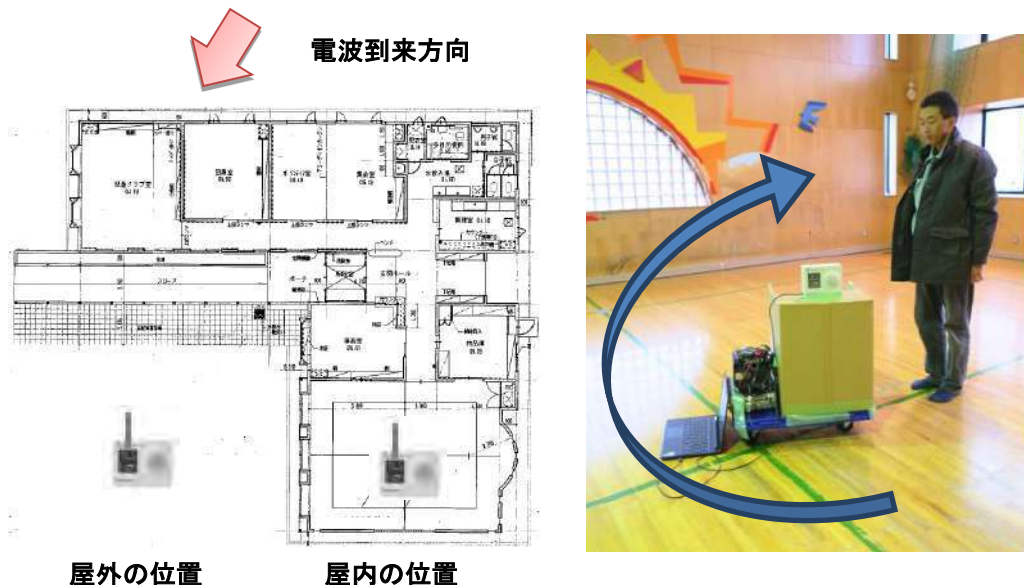


図 2-48 人体の影響の試験風景

(ウ) 測定結果

人が移動した角度に対する受信入力電圧の変動の結果を表 2-28 に示す。またこれをグラフにしたものを図 2-49 に、また受信入力電圧の変動をログデータで取得した結果を図 2-50 に示す。400MHz 帯において屋内に設置した戸別受信機に人が近づいた場合図 2-50 のデータより減衰量は中央値-4.64dB に対して、概ね±2dB の偏差内にあり、最大値は-8.86dB であった。人体による影響はそれほど大きくないことが分かった。

表 2-28 人体の影響による試験結果

場所	人体による影響の受信入力電圧の変動[dB]								中央値
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
屋内	-3.60	-4.00	-7.40	-4.40	-1.70	-6.40	-1.30	0.00	-3.80
屋外	-0.80	-3.30	-6.30	-4.10	0.00	-6.70	-0.60	-1.40	-2.35

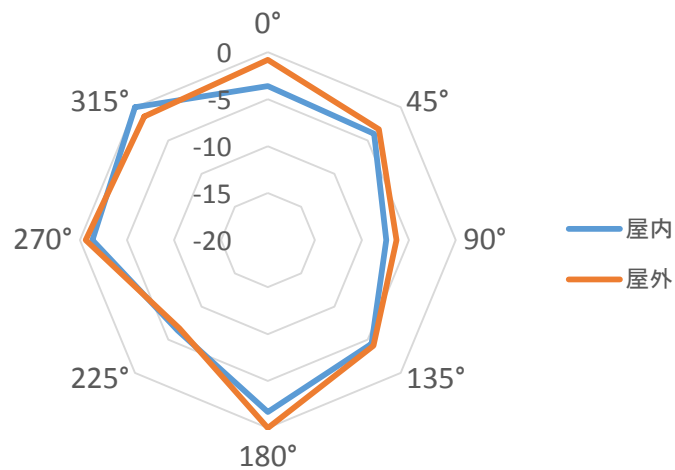


図 2-49 人体の影響による試験結果

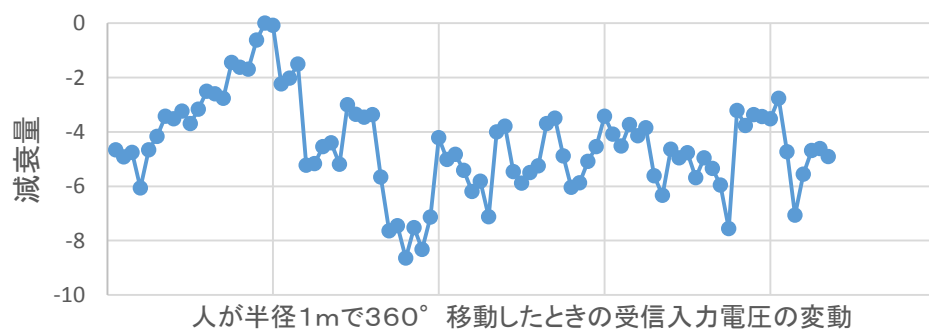


図 2-50 人体の影響による影響をログデータで取得した結果

2.3.3 実証試験の考察

2.3.3.1 戸別受信機の受信特性に関する検証

(1) 受信機の基本的な電気特性の試験

簡易な無線システムとしてデジタル簡易無線機を使用した。この諸元は 2.1.2 実証試験の概要に示し、これに対する実験試験局の測定値を表 2-29 に示す。

表 2-29 実験試験局の諸元に対する測定値

項目	参考規格値	実験試験局の測定値
周波数	464.850～464.900MHz	464.850MHz
周波数間隔	6.25kHz	6.25kHz
占有周波数帯幅	5.8kHz 以下	3.02kHz
空中線電力	5W +20%, -50%	5.02W
受信感度	0dB μ V (－113dBm) 以下	－6.46dB μ V (－119.46dBm)
変調方式	4 値 FSK	4 値 FSK
通信速度	4800bps	4800bps
隣接チャネル漏洩電力	45dB 以上	69.92dB
隣接チャネル選択度	42dB 以上	54.1dB
相互変調特性	53dB 以上	66.6dB

※1 デジタル簡易無線局 (ARIB STD-T98)

※2 設備第 54 条第 2 号、告示平 20 第 467 号

実験試験局の測定値は参考規格値を十分満足しているものであり、参考規格値に対するマージンは十分である。現在市販されているデジタル簡易無線に対しソフト変更行い周波数変更を行ったもので、実験試験局の周波数は約 3MHz しか離れていないため、性能はデジタル簡易無線と同等である。

(2) 周辺ノイズの実地確認

屋内と屋外のノイズレベルを表 2-30 にまとめる。屋外はどの場所でもおおよそ-126dBm 程度で、460MHz 帯であるためノイズは少ない。屋内のノイズは屋外のノイズに対し多くても約 4dB の差である。比較的に②市役所と④東部支所が多いが OA 機器等のノイズ発生源があると考ええる。

表 2-30 屋内と屋外ノイズの比較

測定場所		ノイズレベル[dBm]		レベル差 [dB]
		屋外	屋内	
市街地	① しなの児童館	-126.81	-124.28	2.53
	② 市役所	-125.87	-122.03	3.84
郊外地	③ 防水センター	-126.37	-126.17	0.20
	④ 東部支所	-126.25	-124.08	2.17
山間地	⑤ 美笛キャンプ場 センターハウス	-125.41	-125.29	0.12
	⑥ 支笏湖支所	-125.47	-125.91	-0.44
レベルの平均値		-126.03	-124.63	1.55

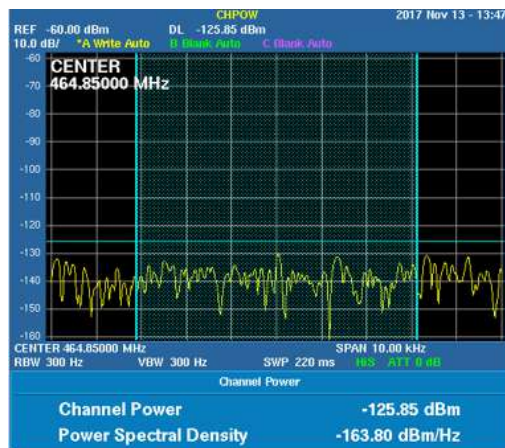
また屋内ノイズの原因として、影響が大きいと思われるものの一つに調理室に設置された電子レンジがある。住宅内における屋内ノイズ発生之最悪値を想定し、⑥支笏湖支所の調理室にある電子レンジの上に戸別受信機を置き電子レンジを動作させノイズを測定した。測定状況を図 2-51、測定結果を表 2-31 に示す。また、ノイズの発生状況を図 2-52 に示す。電子レンジから約 6dB 程度のノイズが発生していることが確認された。



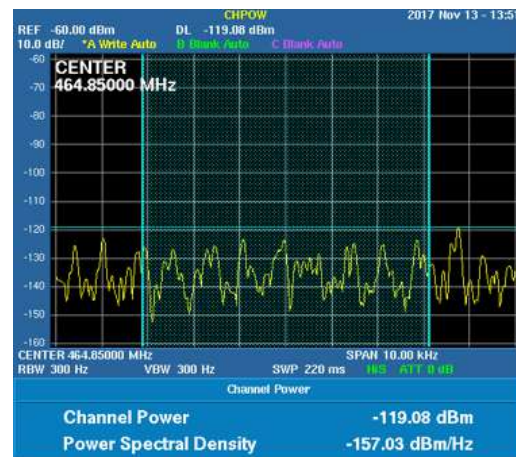
図 2-51 電子レンジ上でのノイズ測定状況

表 2-31 電子レンジが発生するノイズの測定結果

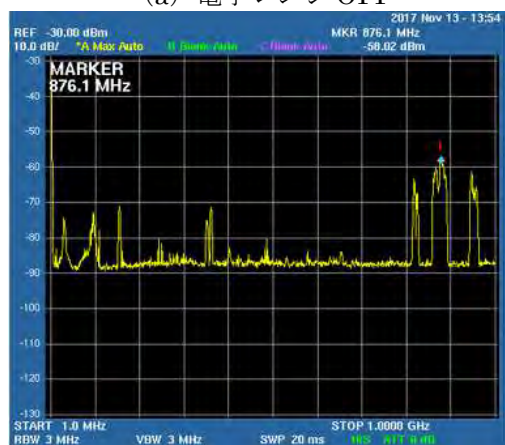
実施場所	屋内ノイズ	レベル[dBm]		レベル差 [dB]	測定場所
		レンジ OFF	レンジ ON		
山間地	⑥ 支笏湖支所	-125.85	-119.08	6.77	2F 調理室



(a) 電子レンジ OFF

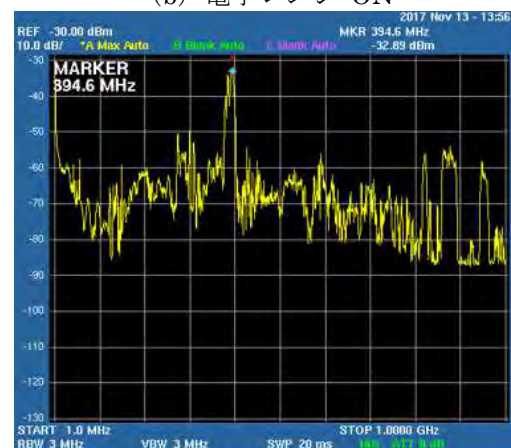


(b) 電子レンジ ON



START 1MHz, STOP 1GHz

(c) 電子レンジ OFF



START 1MHz, STOP 1GHz

(d) 電子レンジ ON

図 2-52 ノイズの発生状況

戸別受信機は屋外の外来ノイズや室内の電子機器等から発生するノイズを受けやすいが、400MHz 帯であれば屋外、屋内にかかわらずノイズレベルが低いので影響を受けにくく、設置場所によりノイズで受かりにくくなったりすることも少ない。

(3) 伝搬状況（伝搬損失）の实地確認

伝搬損失の測定結果を表 2-19 に示し、ここから実測値と理論値の差を抜粋したものを表 2-32 に示す。地形を考慮した理論値は、プロファイル図より抽出したパラメータにより、リッジ損、回折損、自由空間損を求めシミュレーションを行っている。これには市街地、郊外地、山間地等の環境に依存する減衰は含まれていない。これらを土地係数で補正する方法があるが、ここでは都市減衰を使用した。

日本 CATV 技術協会発行の書籍名「CATV エキスパート技術者」⁹のグラフから読み取り、都市減衰値は中小都市と郊外地（田舎および郊外）で分類され、それぞれ 28.5dB と 16.5dB となる。この値で実測値と比較したが山間地の差異が大きい。山間地では、地形による山岳起伏に加えて樹木が周囲に多数あり、樹木の密集度なども減衰量にかかわってアンテナ高が 2～5m 程度の送受信高ではすべて遮蔽されてしまい、伝搬損失が増えている要因と思われる。

またこれら拡張秦カーブに重ねた。実験場所の市街地は郊外地に、郊外地は開放地に、山間地は市街地に近い。これは今回実証実験を行った北海道の市街地の環境は、ビルが密集しているような状況ではなく、住宅地のメインストリートにビルが点在しているような場所で郊外地に近い。郊外地は建物が少なく草原や畑が続いている状況で、どちらかと言うと開放地に近く、山間地は建物が少なく（試験伝搬路に建物はない）樹木が生い茂って山谷があるところで、山陰になると伝搬損失が大きくなり通達距離は延びず、ビルや大きな建物は無いが、地形や樹木が市街地と同等の伝搬損失になっているものと思われる。

本実証実験で行った場所の環境は拡張秦カーブの下記環境に近い結果となった。

市街地①② → 郊外地モデル
郊外地③④ → 開放地モデル
山間地⑤⑥ → 市街地モデル

表 2-32 伝搬損失の実測値と理論値の差

場所	実測値と地形を考慮した理論値との差	実測値と拡張秦モデルの差
①しなの児童館	5.8	-3.4
②市役所	3.8	-7.7
③水防センター	9.9	6.6
④東部支所	-5.8	-7.4
⑤美笛キャンプ場	19.8	-3.3
⑥支笏湖 支所	33.3	6.2

(4) ハイトパターンの实地確認

ハイトパターンの測定結果を表 2-20 に示す。理論上、利得は高さに比例するが、高さが 2m から 4m になると水防センターで約 7dB、東部支所と美笛キャンプ場で約 6dB 上がっている。しかし 4m 以上はそれほど大きく上がらない。2～4m の高さで何の影響でここまで上がるかわからないが、3 か所とも同じような傾向にあるので、戸別受信機は 1 階に設置するより 2 階の方がより電波が受かりやすくなることを示している。また支笏湖支所は逆にこの高さでは利得が減衰しており、樹木や地形の影響と思われるが、樹木は美笛キャンプ場でも同じであるので、支笏湖支所特有の地形が起因しているものと考えられる。

⁹ 付属資料「関係法令・参考文献」参照

(5) 反射波（水平パターン）の实地確認
 反射波（水平パターン）の測定結果を表 2-21 に示す。測定結果に記載したようにしなの児童館は到来方向に児童館の建物があり到来方向の電波が弱くなっているが、その他の場所は到来方向が強くなっていることがわかる。各場所の中央値を表 2-33 に示す。到来方向以外はマイナスの利得になっている。逆方向(180°)は-4.39dB も減衰している。従って、戸別受信機を設置する場合は可能な限り到来方向に設置することが望ましい。

表 2-33 各場所の中央値

水平パターン											
0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
0	-1.43	-5.27	-8.80	-2.32	-5.94	-4.39	-3.48	-9.86	-6.20	-4.53	-1.17

2.3.3.2 戸別受信機の設置条件等に関する検証

(1) 地形による伝搬特性測定（通達距離の調査）

それぞれの場所による図 2-25 から図 2-30 の測定結果に対し、通達距離を求めるために近似線を使用した。近似線は実測値の平均値を 1 本の線で引いたもので、近似線係数 K, γ を求めることにより次式で示される。

$$\text{Loss} = K - 10 \gamma \log(d) \text{ (dB)}$$

(K, γ は各々の伝搬環境下での係数)

始めに受信入力電圧を伝搬損失に置き換えて、送信点から受信点までの伝搬損失データから、簡易伝搬モデルに変換した。近似線は規格感度に対しマージンは、情報通信審議会「小電力に用いる自営系移動通信の利活用・高度化方策にかかわる技術基準」¹⁰の資料 8 より、10.5dB (レイリーフェージングに対するマージン 4.5dB、固定劣化を含む機器マージン 6dB) 設けているが、戸別受信機は移動局ではないためレイリーフェージングはなじまない。しかしながら樹木の揺れや 2.3.2.9 (2) の人体の影響により電界強度が変動する要因は存在し、人体による影響の中央値 4.64dB をもとに 4.5dB のマージンを設ける。マージンは固定劣化を含む機器マージンの 6dB と合わせ 10.5dB を考慮して、近似線係数を求め、図 2-53 から図 2-55 に近似線を引いた。各々の場所による近似線係数と通達距離の結果を表 2-34 に示す。

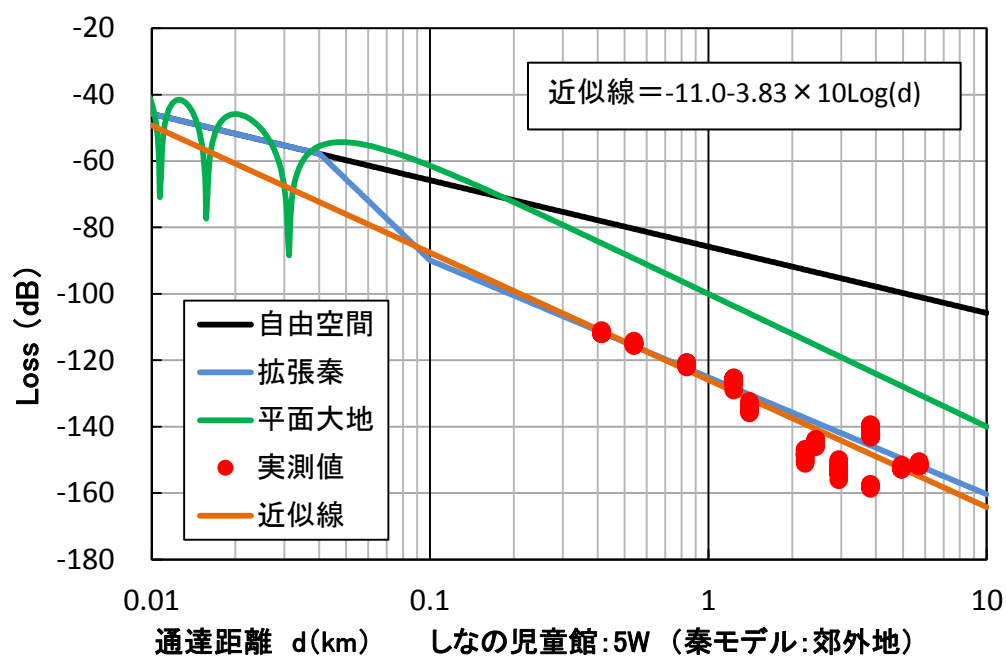
表 2-34 通達距離の結果

環境	送信出力	通達距離(km)		近似線係数	
		5W	1W	k	γ
市街地	①しなの児童館	2.41	1.58	-11.00	3.83
	②市役所	4.09	2.65	-8.00	3.70
郊外地	③水防センター	5.75	3.80	5.00	3.90
	④東部支所	7.75	5.15	12.00	3.95
山間地	⑤美笛キャンプ場	2.72	1.74	-18.00	3.60
	⑥支笏湖支所	2.62	1.65	-22.00	3.50

¹⁰付属資料「関係法令・参考文献」参照

(ア) 市街地における通達距離の近似線

① しなの児童館



② 市役所

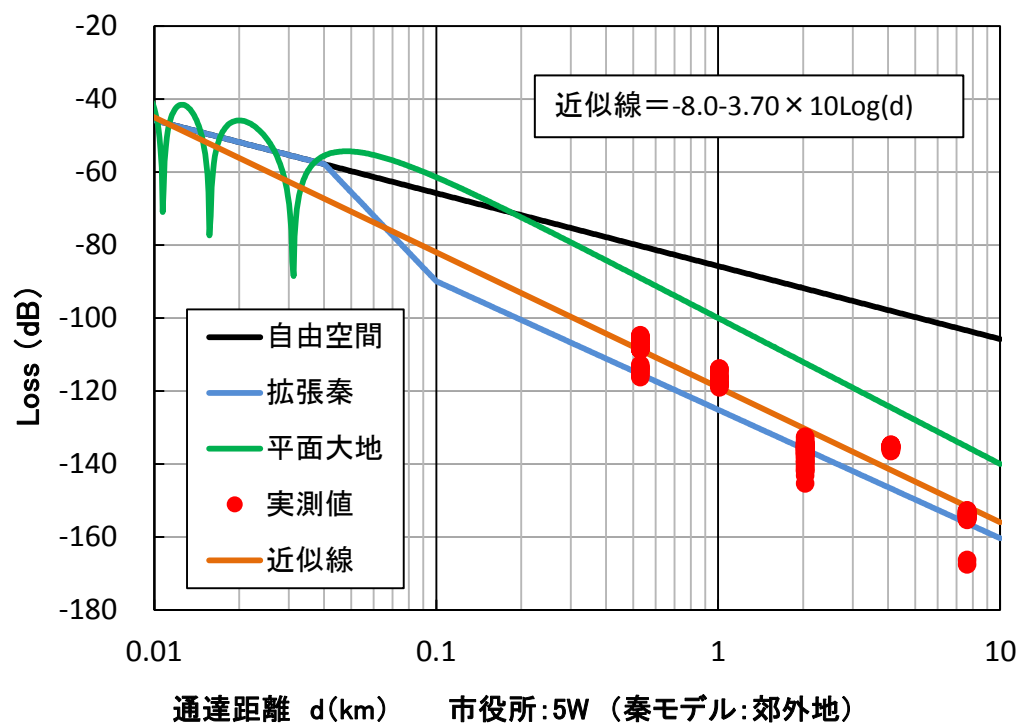
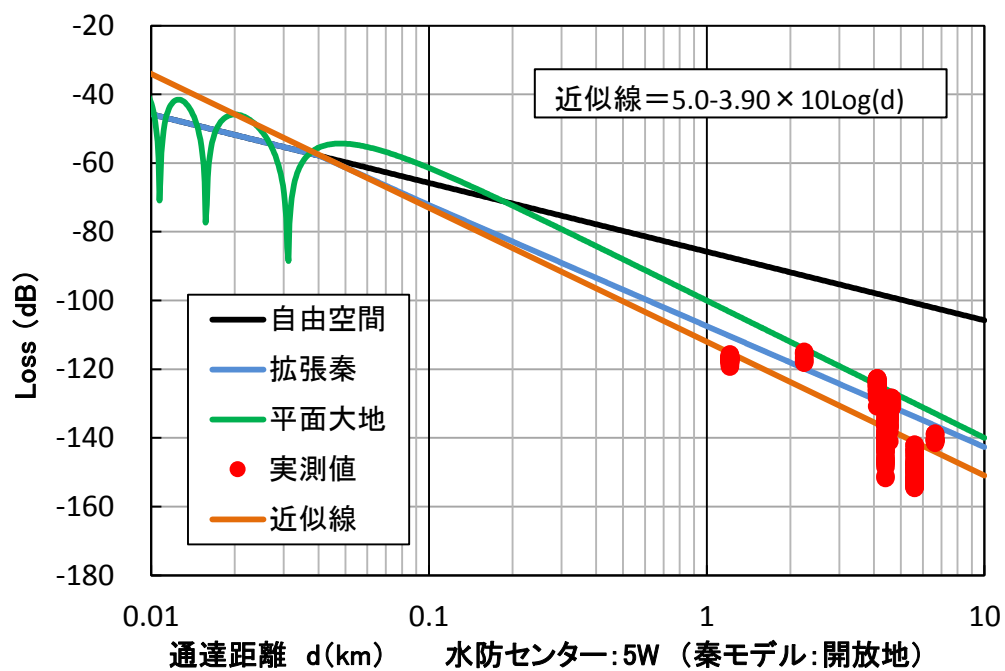


図 2-53 市街地における通達距離の近似線

(イ) 郊外地における通達距離の近似線

③ 水防センター



④ 東部支所

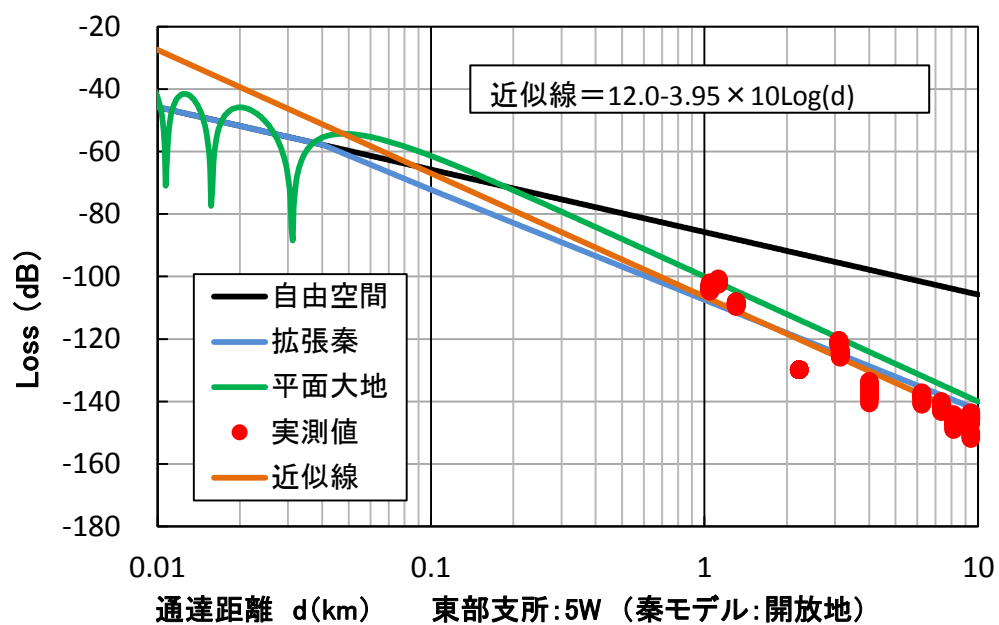
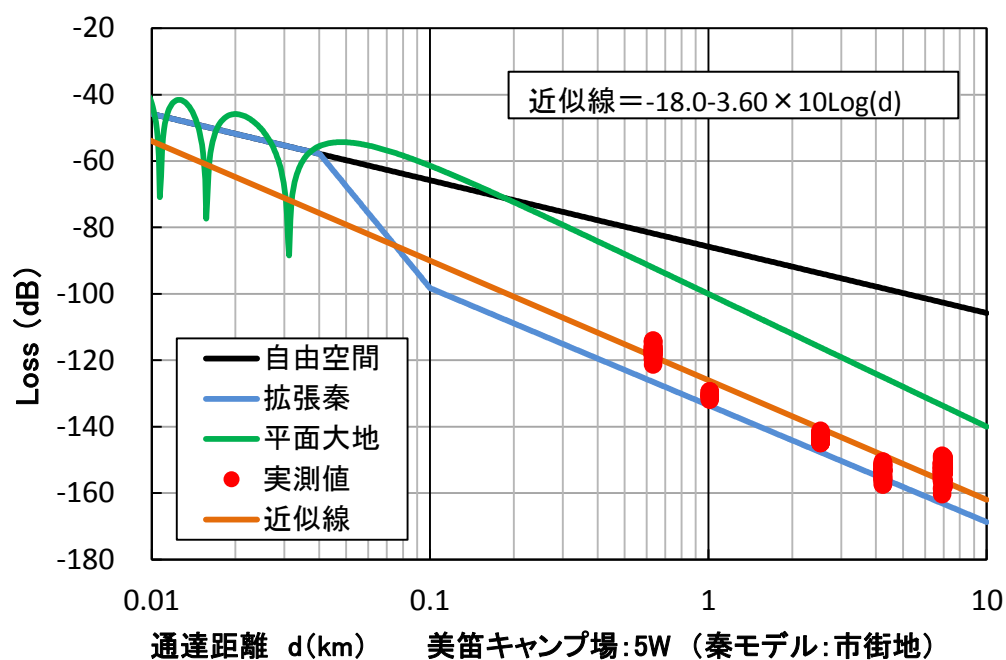


図 2-54 郊外地における通達距離の近似線

(ウ) 山間地における通達距離の近似線

⑤ 美笛キャンプ場



⑥ 支笏湖支所

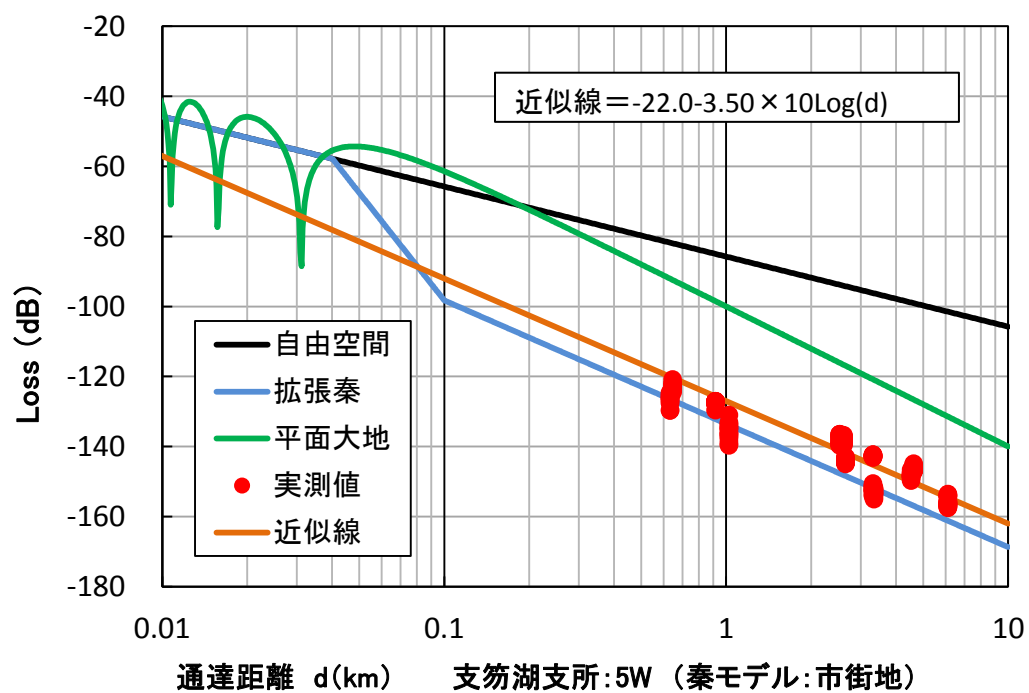


図 2-55 山間地における通達距離の近似線

(2) 建物、設置場所等による伝搬特性測定（透過損失の調査）

建物の透過損失の結果は表 2-22、表 2-23、表 2-24 に示すが、ここから各場所における透過損失の中央値及び最大値をまとめ表 2-35 に示す。

表 2-35 建物、設置場所等による透過損失の結果

	場所	構造	中央値(dB)	最大値(dB)
市街地	②市役所	RC 造	16.9	32.4
郊外地	④東部支所	RC 造	17.5	29.5
山間地	⑤美笛キャンプ場	木造	9.50	23.1

今回の実証試験の範囲では、木造の場合 9.5dB、RC 造（鉄筋コンクリート）の場合 16.9dB 及び 17.5dB 透過損失の実測結果にある。木造であれば 9.5dB、RC 造（鉄筋コンクリート）であれば 17.2dB（市役所と東部支所の平均）の透過損失を考慮した通達距離を表 2-36 に示す。

表 2-36 建築構造の透過損失を考慮した通達距離

	送信出力	通達距離(km)					
		5W			1W		
環境	建物の構造	屋外	木造	鉄筋	屋外	木造	鉄筋
	透過損失(dB)	0	9.5	17.2	0	9.5	17.2
市街地	①しなの児童館(木造)	2.41	1.36	－	1.58	0.89	－
	②市役所(RC 造)	4.09	－	1.40	2.65	－	0.91
郊外地	③水防センター(木造)	5.75	3.28	－	3.80	2.17	－
	④東部支所(RC 造)	7.75	－	2.84	5.15	－	1.89
山間地	⑤美笛キャンプ場(木造)	2.72	1.48	－	1.74	0.95	－
	⑥支笏湖支所(RC 造)	2.62	－	0.84	1.65	－	0.53

同じ市街地でも、しなの児童館と市役所で通達距離は 1.7 倍異なる。同じような市街地であり伝搬路の電波伝搬に影響を与える建屋等は同じようであるが、しなの児童館は電波到来方向に建屋がありこれが影響を与えたものと考ええる。また、透過損失が 10、20、30dB の通達距離を表 2-37 に示す。

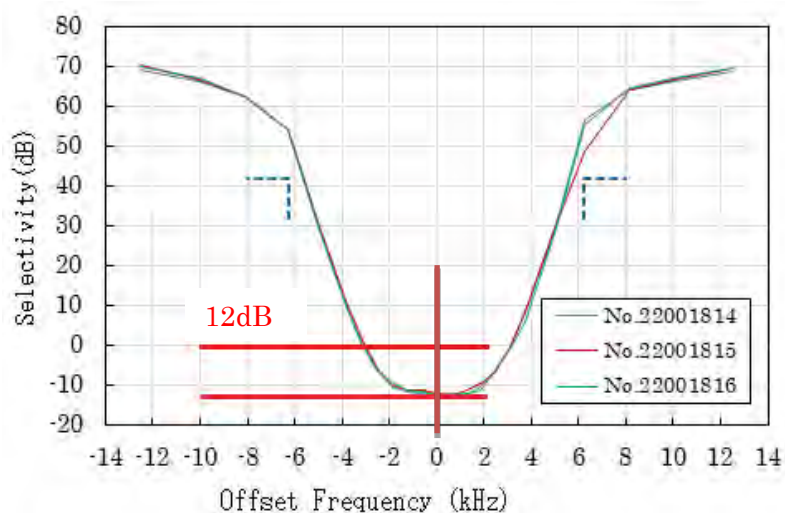
表 2-37 透過損失を考慮した通達距離

環境	送信出力	通達距離(km)							
		5W				1W			
		0	10	20	30	0	10	20	30
市街地	①しなの児童館	2.41	1.32	0.72	0.40	1.58	0.87	0.48	0.26
	②市役所	4.09	2.19	1.18	0.63	2.65	1.42	0.76	0.41
郊外地	③水防センター	5.75	3.19	1.77	0.98	3.80	2.11	1.17	0.65
	④東部支所	7.75	4.33	2.42	1.35	5.15	2.88	1.61	0.90
山間地	⑤美笛キャンプ場	2.72	1.43	0.76	0.40	1.74	0.92	0.48	0.25
	⑥支笏湖支所	2.62	1.36	0.70	0.36	1.65	0.86	0.44	0.23

2.3.3.3 周波数の繰り返し条件に関する検証

(1) 同一周波数の干渉試験による伝搬特性測定（所要離隔距離の調査）

チャンネル間隔 6.25kHz の 4 値 FSK 変調方式の同一チャンネルの D/U は表 3-2 にもあるように 12dB で BER 1%となる。これは実験試験局の測定データである付 8 ページの付属資料 5 の付図 4 の隣接チャンネル選択度の離調周波数が 0kHz の所で一致する。



2.3.2.8 の同一周波数の干渉試験による電波伝搬の実験で測定した結果の表 2-25、表 2-26、表 2-27 をグラフにしたものを図 2-56、図 2-57、図 2-58 に示す。（グラフの凡例は距離を示す。）フィールド試験は測定器で測定する場合に比べ測定ポイントは少なく、測定確度も良いとは言えないが、おおよそ BER 1%の D/U は 12~18dB になっている。

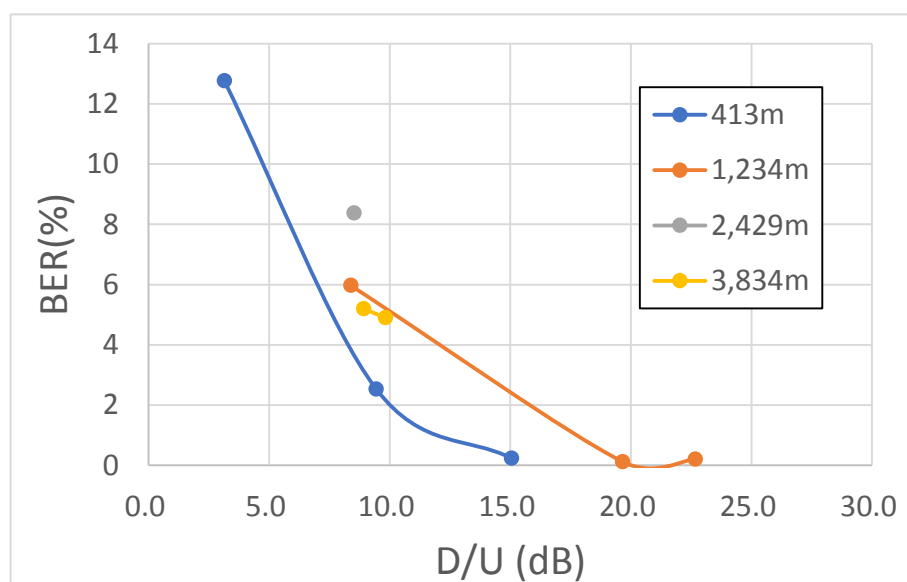


図 2-56 しなの児童館における同一干渉試験の D/U に対する BER

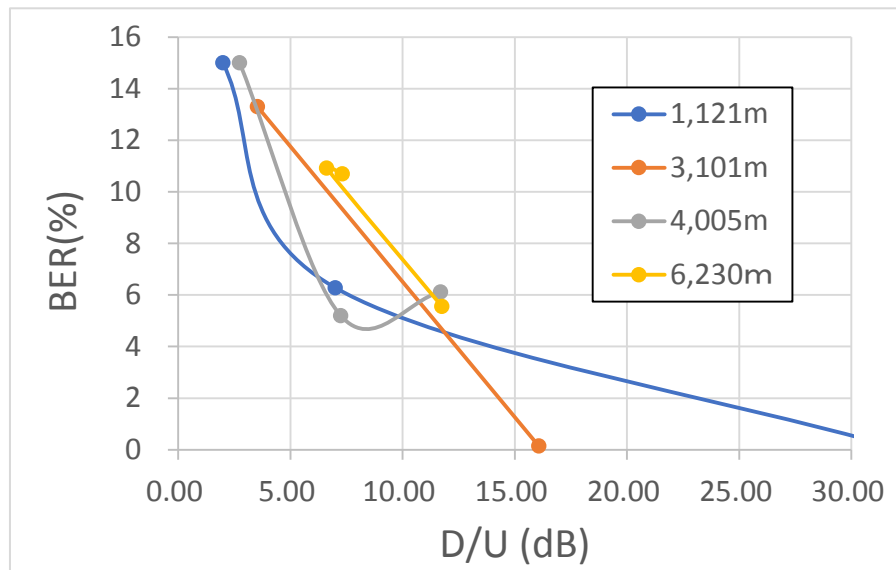


図 2-57 東部支所における同一干渉試験の D/U に対する BER

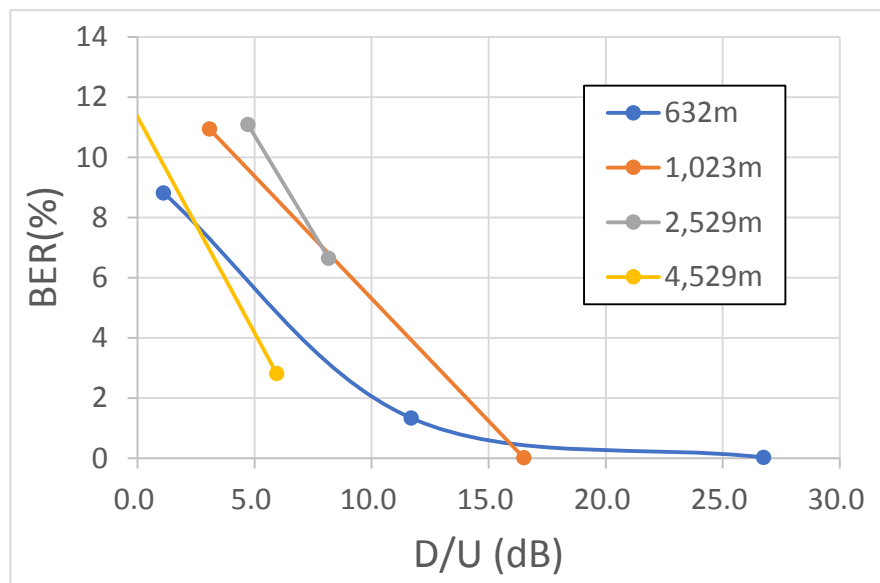


図 2-58 支笏湖支所における同一干渉試験の D/U に対する BER

同一干渉試験の静特性の結果から $D/U=12\text{dB}$ で $\text{BER}1\%$ となり、 $\text{CIR}=12\text{dB}$ となる。フィールド試験では $12\sim18\text{dB}$ となった。所要 D/U は、これに人体等による影響のフェージング 4.5dB 及び機器の固定劣化によるマージン 6dB を考慮すると $D/U=22.5\text{dB}$ となるが、「地域コミュニティのための情報通信システムに関する調査検討」報告書¹¹によれば $D/U=23\text{dB}$ の結論となっていることから、希望波の通達距離に対し D/U を 23dB 確保するだけの距離が必要となる。実証実験で得られた妨害波局から戸別受信機までの距離を表 2-38 に示す。

¹¹付属資料「関係法令・参考文献」参照

表 2-38 D/U を 23dB 確保する戸別受信機までの距離

環境	戸別受信機から妨害波局までの距離(km)		
	送信出力	5W	1W
市街地	①しなの児童館	9.61	6.31
	②市役所	17.11	11.07
郊外地	③水防センター	22.36	14.79
	④東部支所	29.62	19.70
山間地	⑤美笛キャンプ場	11.83	7.56
	⑥支笏湖支所	11.89	7.50

これに戸別受信機から希望波局までの距離を加算して、所要離隔距離は表 2-39 に示す値になる。

表 2-39 所要離隔距離

環境	所要通達距離(km)		
	送信出力	5W	1W
市街地	①しなの児童館	12.10	7.94
	②市役所	21.20	13.71
郊外地	③水防センター	28.11	18.60
	④東部支所	37.38	24.85
山間地	⑤美笛キャンプ場	14.55	9.30
	⑥支笏湖支所	14.51	9.15

第3章 調査検討のまとめ

3.1 電波伝搬状況に関する技術的諸条件

簡易な無線システムの技術的諸条件として、本実証実験ではデジタル簡易無線のものを使用した。デジタル簡易無線の変調方式は、広く採用されているが、実際に使われているのは4値FSK変調方式であり、4値FSK変調方式の技術的諸条件を表3-1に示す。

表 3-1 4 値 FSK デジタル簡易無線の技術的諸条件

項目	諸元	備考
チャンネル間隔	6.25kHz	
アクセス方式	SCPC	
送信占有周波数帯幅	4kHz	設備規則 5.8kHz 以下
伝送速度	4.8kbps	
等価受信帯域幅	4kHz	
雑音(絶対温度=298K)	-24.8dB μ V	
CNR @BER=1%	11.3dB	
NF	8dB	
機器マージン	6dB	
受信感度 (基準感度)	0dB μ V	

一般的なデジタル簡易無線の送信出力は5W以下であるが本実証実験では5W及び1Wで行った。また電波法関係審査基準において防災行政無線の再送信子局、簡易中継局及びデジタル同報子局のアンテナ高は5m、受信設備のアンテナの高は2mを標準にしているため、本実証試験の電波伝搬実験の送信アンテナの高さを5mとし、受信のアンテナの高さは2mとした。また屋内の戸別受信機のアンテナの高さは、机の標準的な高さの0.7mとした。

3.1.1 市街地における電波伝搬

本実験で使用した実験試験局の感度は、ARIB標準規格STD-T98に定められた規格感度0dB μ Vであり、これにマージンを設けたものを受信機の所要受信入力電圧とする。マージンは2.3.3.2(1)で述べた人体等の影響によるフェージングマージン及び機器マージンを含め10.5dBを考慮して、図2-25しなの児童館の通達距離の結果及び図2-26千歳市役所の通達距離の結果を平均して、それぞれの送信出力に対し通達距離は下記ようになる。

送信電力 5W 3.25km
送信電力 1W 2.11km

電波法関係審査基準で市街地は、「ビル、2階以上の家屋の密集地で、都市、大きな町内、建物と茂った高い樹木の混合密集した地域」と定義されている。本試験での市街地の環境は、ビルが密集しているような状況ではなく、住宅地のメインストリートにビルが点在しているような場所である。実際にビルが密集しているような都会では、更に通達距離が短くなることが想定される。従って、図2-25及び図2-26の拡張秦モデルは市街地でなく郊外地に近い結果となった。

3.1.2 郊外地における電波伝搬

郊外地においても受信機の所要受信入力電圧はマージン10.5dBを考慮して図2-27水防センターの通達距離の結果及び、図2-28東部支所の通達距離の結果を平均して、それぞれの送信出力に対し通達距離は下記ようになる。

送信電力 5W 6.75km
送信電力 1W 4.48km

電波法関係審査基準で郊外地は、「各戸受信系の固定局又は各戸受信系の近傍に障害物は

あるが、樹木、家屋の散在する集落、街道筋等」と定義される。本試験での郊外地の環境は、建物が少なく草原や畑が続いている状態で、どちらかと言うと郊外地よりの開放地であり、図 2-27 及び図 2-28 の拡張秦モデルは郊外地でなく開放地に近い結果となった。

3.1.3 山間地における電波伝搬

同様に山間地においても受信機の所要受信入力電圧はマージン 10.5dB を考慮して図 2-29 美笛キャンプ場の通達距離の結果及び、図 2-30 支笏湖支所の通達距離の結果を平均して、それぞれの送信出力に対し通達距離は下記ようになる。

送信電力 5W 2.67km

送信電力 1W 1.69km

電波法関係審査基準では山間地の定義はない。「山あい」に細長く集落があるような地域」と想定されている文献もあるが、本試験での山間地は建物が少なく（試験伝搬路に集落や建物やはない）樹木が生い茂って山谷があるところで、山陰になると伝搬損失が大きくなり通達距離は延びず、図 2-29 及び図 2-30 の拡張秦モデルは市街地に近い結果となった。山あいの河川がある低地であれば伝搬損失は大きくなかったと考えるが、ほぼ山の中の地域であったためこのような結果になった。

3.1.4 建物、設置場所等による伝搬特性

建物、設置場所による伝搬特性についてまとめる。なお、本透過損失は、今般の実証試験で付属資料 9 の付表 3 の建物の構造を使用して得られた結果を元に行っていることから実際の場所、建物の構造によって異なる事に留意すること。

＜市街地＞ ② 千歳市役所



市役所は地上 4 階建ての鉄筋コンクリート構造で、堅牢な建物である。各フロアは中央に廊下があり、その両サイドに窓のある事務室が並んでいる（右写真）。事務室は窓があるが、廊下は窓がなく透過損失が大きい。透過損失の平均値と最大値は下記のものであった。

透過損失の平均値 16.9dB

透過損失の最大値 34.2dB

＜郊外地＞ ④ 東部支所



東部支所は 1 階建てで構造はコンクリート構造であるが、市役所のような堅牢な構造ではない。窓が多く透過損失の平均値と最大値は下記のようにであった。

透過損失の平均値	17.5dB
透過損失の最大値	29.5dB

＜山間地＞ ⑤ 美笛キャンプ場



美笛キャンプ場は左写真にあるように、木造のロッジハウスである。腰壁の一部はコンクリート構造であるが、壁は木造である。透過損失の平均値と最大値は下記のようにであった。

透過損失の平均値	9.5dB
透過損失の最大値	23.1dB

以上の結果から、建物の透過損失は 10~20dB 見込む必要があり、密集した都会のビルについては 30dB 近い損失を考慮する必要がある。

3.2 電波有効利用の観点から周波数再利用

郊外地における妨害波に対する干渉の試験結果から、デジタル簡易無線の送信出力 5W、防災行政無線の再送信子局、簡易中継局およびデジタル同報子局のアンテナ高 5m、受信設備のアンテナ高 2mにおいて実施した実証実験の結果を基に検討すると、周波数の再利用における同一チャンネル共用条件としては BER=1%が得られる CNR=11.3 dB と妨害波による干渉波の所要 D/U が得られることが必要となる。

この所要 D/U は、静特性での CIR=12dB に 2.3.3.2(1)で述べた人体等の影響によるフェージング及び機器の固定劣化によるマージンを考慮すると D/U=23dB となる。

この2つの条件を満足する希望波及び妨害波の伝搬損失から、エリア半径と妨害波送信点から受信エリア周辺までの離隔距離を求め、繰り返しゾーンを設定することで同一周波数を繰り返し使用することが可能となる。

妨害波の伝搬損失に関して検討するにあたり、送信点から受信点までの伝搬損失データから、通達距離を簡便に算出するためにモデル式として、

$$\text{Loss} = K - 10 \gamma \log(d) \text{ (dB)}$$

(K、 γ は各々の伝搬環境下での係数)

を想定し、本試験での環境下においては $K=-11\text{dB}$ 、 $\gamma=3.83$ の時、図 3-1 の近似線となりよく近似できることが分かる。

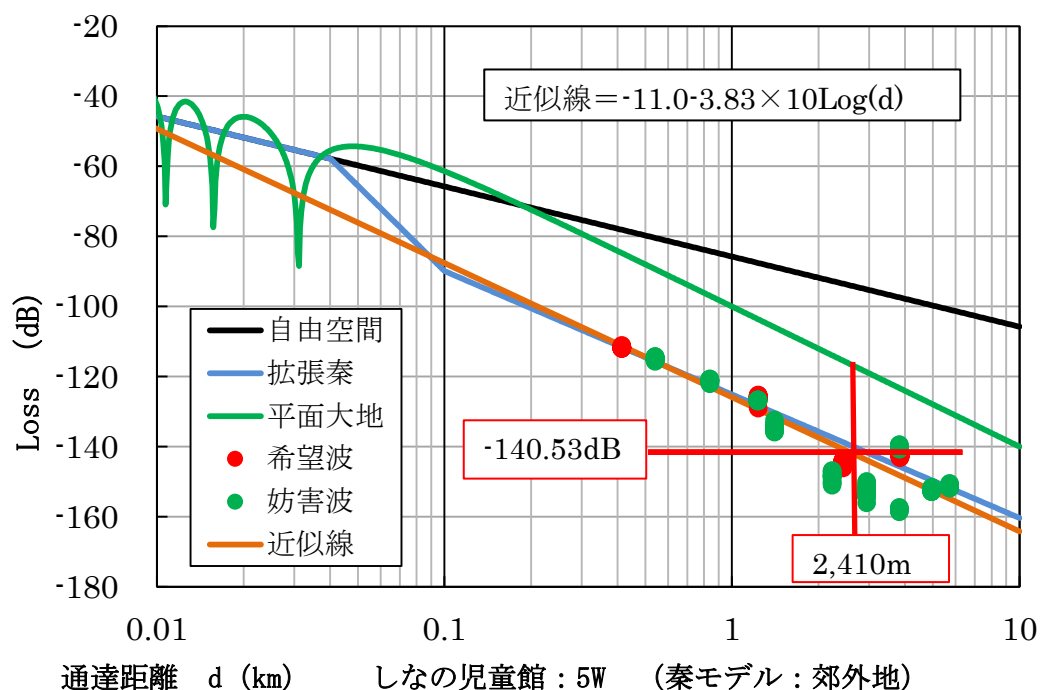


図 3-1 伝搬損失 -140.53dB の時の通達距離

エリア半径 R は、受信機入力が BER=1%が得られるレベルとして、規格感度値 ($0\text{dB} \mu\text{V}$) にマージン 10.5dB を加えた $10.5\text{dB} \mu\text{V}$ を受信機入力レベル値とすると、伝搬損失は -140.53dB になり図 3-1 図 3-2 の測定結果のカーブより $R=2,410\text{m}$ となる。

また、この郊外地における伝搬損失カーブを基に考えた場合、エリア半径 $R=2410\text{m}$ 地点において所要 D/U 23 dB を確保するためには妨害波伝搬損失が $-140.53 + 23 =$

163.53 dB である必要があり、簡易モデル式から妨害波送信点から受信点までの離隔距離は、9,610 m となる。

所要 DU	23dB	静特性の CIR (12dB) 機器固定損及び人体等の影響によるフェージングマージンを加えた値
所要受信機入力電圧	10.5dB μ v	規格感度値 (0dB) にマージン 10.5 d B を加えた値

エリアの半径を R とした場合、今回の試験環境においては、5.0W 出力で半径 $R=2,410\text{m}$ であり、最も近い同一波を割り当てられる距離 D は、妨害波送信点から受信点までの離隔距離 $D=9,610\text{m}$ にエリアの半径を加えたもの (14,460m) であり、 $4.99R$ となる。図 3-2 のとおり最も近い同一波を割り当てられるセルの間隔は、一定の方向に 3 個目のセルとなる。

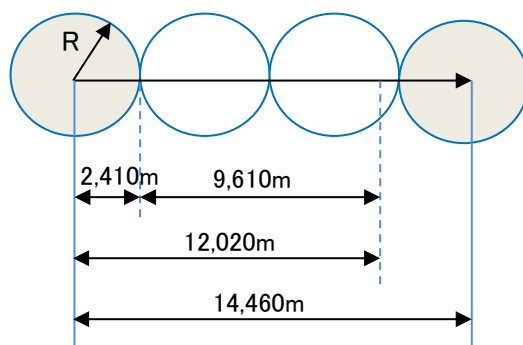


図 3-2 エリア半径と同一波妨害局の離隔距離

正 6 角形ゾーンによるゾーン構成を想定した場合

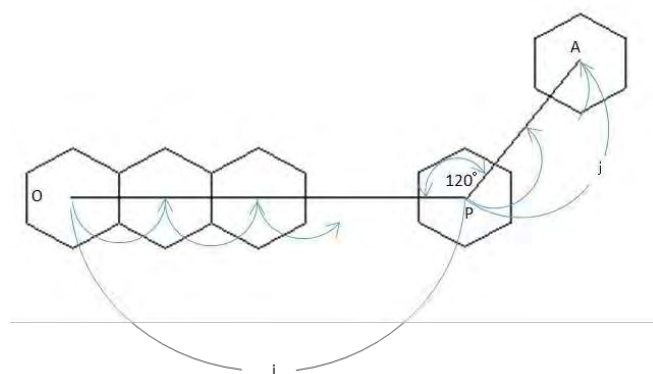


図 3-3 ゾーンの大きさを単位とする繰り返しゾーンの位置関係

i = ある方向へ i セル移動, j = 60 度半時計回りの方向に j セル移動を考える、ゾーンの大きさを単位とする繰り返しゾーンの位置関係から

$$D = R \cdot \sqrt{3(i^2 + j^2 + ij)} \quad \cdots \textcircled{1}$$

$$N = \left(\frac{D}{R}\right)^{2/3} \quad \cdots \cdots \textcircled{2}$$

の関係から、 $N = i^2 + j^2 + ij$ となる。

上式を満たす整数値 i, j を決めたとき、繰り返しゾーン数 N は、

$$i=3 \quad j=0 \quad \text{より} \quad N=9$$

となり、一定の方向に 3 セル移動した場合の繰り返しゾーン数 N は、 $i = 3, j = 0$ のとき、 $N = 9$ でほぼ成立する。

$N=9$ の場合、実際の D の距離は $4.99R$ となり、エリア周辺(2,410 m 地点)からの距離は、9,610m となる。

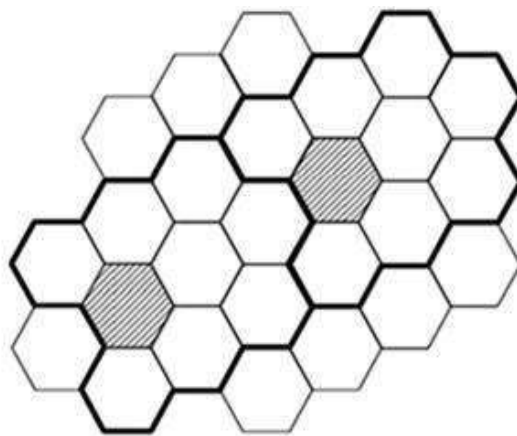


図 3-4 同一周波数ゾーン繰り返しパターン

次に建物の透過損失が大きい建屋と小さい建屋が混在する場合を検討する。図 3-4 の例に市街地の木造の建屋が混在する場合を考えると表 2-34 により通達距離は 2,410m から 1,180m に短くなる。しかしながら妨害波送信点から受信点までの離隔距離は建物の透過損失の影響を受けない変わらず 9,610 m と考えられる。

この場合の同一周波数ゾーン繰り返しパターン N は大きくなることから周波数有効利用が妨げられる。建物の透過損失や山谷の環境により受信困難な不感地帯には、簡易な無線システムで再送信された電波を周波数の離れた小さな送信出力で中継を行い、個別に対応することが適当と考える。

平面における周波数の繰り返し利用を考察すると 1 の市町村で 9 波を使用すれば需要にこたえられるが、実際には山や谷が存在するような場所では電波の到達できない不感地帯が発生する。

このような状況に対応するため、数波程度を追加で使用可能とすると不感地帯をある程度解消することが可能になると考える。

周波数の有効利用を考慮すると上記により、1 の市町村あたりで使用できる周波数は 9 波とし、不感地帯対策を行う必要がある場合には数波を追加で使用できるものとするのが適当と考えられる。

3.3 周波数帯を共用する又は隣接する周波数帯の他システムとの共用条件

既存無線システムと同一周波数及び隣接する周波数に対する共用条件は、平成 10 年 6 月の電気通信技術審議会答申で、またデジタル簡易無線については平成 20 年 3 月の情報通信審議会 情報通信技術分科会 小電力無線システム委員会答申における報告書において、検討結果が報告されており、これらを引用して共用条件を示す。

3.3.1 同一周波数を共用する他システムとの共用条件

既存無線システムと同一周波数の共用条について、平成 10 年度電気通信技術審議会答申の別表 4-4-1 に同一チャネル周波数共用特性がまとめられており、この表に新たに 4 値 FSK 方式を加えてまとめた同一チャネル周波数共用特性を表 3-2 に示す。希望波と妨害波の各変調方式とチャネル間隔で、交差する数値 (D/U) を満たせば共用条件が満足されている結果である。

表 3-2 同一チャネル周波数共用条件まとめ (dB)

希望波	妨害波	FM		QPSK				16QAM			M16QAM	RZ SSB		4値FSK	
		12.5kHz	20kHz	6.25kHz	12.5kHz	25kHz 32kbps	25kHz 36kbps	6.25kHz	12.5kHz	25kHz		6.25kHz	12.5kHz	6.25kHz	12.5kHz
FM	12.5kHz	4		5	3	3		9	6	3	3	6	6	7	4
	20kHz		2	3	3	3		3	3	3	3	3	3	3	3
QPSK	6.25kHz	13	9	12	8	6		11	9	6	6	12	9	10	8
	12.5kHz	14	13	11	11	9		11	11	9	9	12	12	10	11
	25kHz・32kbps	12	12	11	10	10		10	10	10	10	12	12	10	10
	25kHz・36kbps	12	12	10	10	10		10	10	10	10	12	12	10	10
16QAM	6.25kHz	18	13	15	13	11		16	13	11	11	16	13	16	13
	12.5kHz	19	18	16	16	13		16	16	13	14	16	16	16	16
	25kHz	19	18	15	15	15		15	15	15	15	15	15	15	15
M16QAM		18	18	17	17	17		17	17	17	17	17	17	17	17
RZ SSB	6.25kHz	11	6	11	8	6		12	8	6	5	12	9	12	11
	12.5kHz	12	10	12	11	9		12	11	8	8	12	12	12	12
4値FSK	6.25kHz	11	6	11	8	6	5	12	9	6	5	12	8	12	9
	12.5kHz	9	9	10	10	7	—	10	10	7	7	11	10	10	10

本実証実験で使用した簡易な無線システムは 4 値 FSK 変調方式のチャネル間隔 6.25kHz であり、この場合の D/U は 12dB である。つまり希望波 (D 波) に干渉する同一チャネル周波数の電力レベル (U 波) が、D 波の通話品質 (BER=1%を与える CIR) を決めるので、本実験で使用した 4 値 FSK デジタル簡易無線は同一周波数の干渉波による D/U が 12dB より低ければ BER=1%以下の通話品質は確保できる。

3.3.2 隣接する周波数の他システムとの共用条件

400MHz 帯の一般業務用無線の周波数の許容偏差は、± 0.9ppm 以内と規定されている。平成 10 年度電気通信技術審議会答申では、D/U=-40dB を確保する条件において、隣接する周波数の干渉波に対する共用条件が定められている。周波数の許容偏差± 0.9ppm の条件について、3.125kHz ステップでまとめた周波数配置案を表 3-3 に示す。

表 3-3 周波数配置案（隣接周波数共用条件：kHz）

（検討条件：D/U=-40dB と± 0.9ppm）

希望波 \ 妨害波		FM		QPSK				16QAM			M16QAM	RZ SSB		4値FSK	
		12.5kHz	20kHz	6.25kHz	12.5kHz	25kHz 32kbps	25kHz 36kbps	6.25kHz	12.5kHz	25kHz		6.25kHz	12.5kHz	6.25kHz	12.5kHz
FM	12.5kHz	12.5		12.5	15.625	21.875		12.5	15.625	21.875	21.875	12.5	12.5	12.5	12.5
	20kHz		20	18.75	21.875	25		18.75	21.875	25	25	15.625	15.625	15.625	15.625
QPSK	6.25kHz	12.5	15.625	6.25	9.375	15.625		6.25	9.375	15.625	12.5	6.25	9.375	6.25	12.5
	12.5kHz	15.625	18.75	9.375	12.5	18.75		9.375	12.5	18.75	15.625	9.375	12.5	9.375	12.5
	25kHz・32kbps	21.875	25	15.625	18.75	28.125		15.625	18.75	25	21.875	12.5	12.5	15.625	15.625
	25kHz・36kbps	21.875	25	15.625	21.875	25		15.625	18.75	25	25	12.5	12.5	15.625	15.625
16QAM	6.25kHz	12.5	15.625	6.25	9.375	15.625		6.25	9.375	15.625	12.5	6.25	6.25	6.25	12.5
	12.5kHz	15.625	18.75	9.375	12.5	18.75		9.375	12.5	18.75	15.625	9.375	9.375	9.375	12.5
	25kHz	21.875	25	15.625	18.75	25		15.625	18.75	25	21.875	15.625	15.625	12.5	15.625
M16QAM		18.75	21.875	15.625	18.75	21.875		15.625	15.625	21.875	21.875	15.625	15.625	12.5	15.625
RZ SSB	6.25kHz	12.5	15.625	6.25	9.375	15.625		6.25	9.375	15.625	15.625	6.25	9.375	6.25	12.5
	12.5kHz	12.5	15.625	9.375	12.5	18.75		9.375	12.5	18.75	18.75	9.375	9.375	9.375	12.5
4値FSK	6.25kHz	12.5	15.625	6.25	9.375	15.625	15.625	6.25	9.375	15.625	12.5	6.25	9.375	6.25	12.5
	12.5kHz	12.5	15.625	12.5	12.5	18.75	—	9.375	12.5	18.75	18.75	9.375	9.375	9.375	12.5

4 値 FSK 変調方式のデジタル簡易無線の周波数許容偏差は± 1.5ppm 以内であり、D/U=-40dB を確保する条件において、隣接する周波数の干渉波に対する共用条件が定められている。周波数の許容偏差±1.5ppm、ステップ周波数 3.125kHz 単位における周波数配置を表 3-4 に示す。

このように、400MHz 帯の簡易な無線システムと隣接する他のシステムの共用条件については、隣接システムが異なる変調方式であっても表 3-3、表 3-4 に規定される周波数配置にすることにより、隣接の他システムとの共用が可能となる。

表 3-4 周波数配置案（隣接周波数共用条件：kHz）

（検討条件：D/U=-40dB と± 1.5ppm）

希望波	妨害波	FM		QPSK				16QAM			M16QAM	RZ SSB		4値FSK	
		12.5kHz	20kHz	6.25kHz	12.5kHz	25kHz 32kbps	25kHz 36kbps	6.25kHz	12.5kHz	25kHz		6.25kHz	12.5kHz	6.25kHz	12.5kHz
FM	12.5kHz	12.5		12.5	15.625	21.875		12.5	15.625	21.875	21.875	12.5	12.5	12.5	12.5
	20kHz		20	18.75	21.875	25		18.75	21.875	25	25	15.625	15.625	15.625	15.625
QPSK	6.25kHz	12.5	15.625	9.375	9.375	15.625		6.25	9.375	15.625	15.625	6.25	9.375	9.375	12.5
	12.5kHz	15.625	18.75	9.375	12.5	18.75		9.375	12.5	18.75	15.625	9.375	12.5	9.375	12.5
	25kHz・32kbps	21.875	25	15.625	18.75	28.125		15.625	18.75	25	21.875	12.5	12.5	15.625	15.625
	25kHz・36kbps	21.875	25	18.75	21.875	25		18.75	18.75	25	25	12.5	12.5	15.625	15.625
16QAM	6.25kHz	12.5	15.625	6.25	9.375	15.625		6.25	9.375	15.625	15.625	6.25	9.375	9.375	12.5
	12.5kHz	15.625	18.75	9.375	12.5	18.75		9.375	12.5	18.75	15.625	9.375	9.375	9.375	12.5
	25kHz	21.875	25	15.625	18.75	25		15.625	18.75	25	21.875	15.625	15.625	12.5	15.625
M16QAM		18.75	21.875	15.625	18.75	21.875		15.625	15.625	21.875	21.875	15.625	15.625	12.5	15.625
RZ SSB	6.25kHz	12.5	15.625	6.25	9.375	15.625		6.25	9.375	15.625	15.625	6.25	9.375	6.25	12.5
	12.5kHz	12.5	15.625	9.375	12.5	18.75		9.375	12.5	18.75	18.75	9.375	9.375	9.375	12.5
4値FSK	6.25kHz	12.5	15.625	6.25	9.375	15.625	15.625	6.25	9.375	15.625	12.5	6.25	9.375	6.25	12.5
	12.5kHz	12.5	15.625	12.5	12.5	18.75	—	9.375	12.5	18.75	18.75	9.375	9.375	9.375	12.5

3.4 改正が必要な技術基準を始めとした各制度

技術基準については、現行の無線設備の技術基準の範囲内で対応可能と考えられる。

しかし、3.2 に示す1の市町村あたりに必要とされる波数、3.3 に示す他システムとの共用条件、3.6 に示す留意点もあることから、市町村が地域住民向け情報提供用システムを簡易な無線システムで構築しようとする場合に、総務省がこれらの助言を市町村に行えるよう指導方針を整える事が望ましい。

3.5 簡易な無線システムによる通達距離の目安

本検討では簡易な無線システムの送信電力として、5W 及び1W について実証試験を実施した。地理的条件及び設置場所による透過損失を考慮した送信電力（5W 及び1W）に対する通達距離を表 3-5 に示す。また、所要離隔距離を表 3-6 に示す。

なお、本通達距離は、今般の実証試験の結果を元に行っていることから実際の場所、建物の構造によって異なることがあることに留意すること。

表 3-5 透過損失を考慮した通達距離(km)

送信出力	通達距離(km)					
	5W			1W		
建物の構造	屋外	木造	鉄筋	屋外	木造	鉄筋
市街地	3.25	1.84	1.11	2.11	1.19	0.72
郊外地	6.75	3.85	2.48	4.48	2.56	1.64
山間地	2.67	1.45	0.86	1.69	0.92	0.55

表 3-6 所要離隔距離

送信出力	所要離隔距離(km)	
	5W	1W
市街地	16.65	7.94
郊外地	28.11	18.60
山間地	14.55	9.30

本実験の結果である通達距離、所要離隔距離、送信点の位置、受信機の設置場所等を参考に簡易な無線システムを配置・構築すれば、低廉化なシステムで広く国民に防災情報を通報することができる。また、屋外拡声スピーカの聞こえにくいところや、山谷の地形による不感地帯も改善でき、全戸で防災情報が受信可能な方策の一つとして利活用できる。

3.6 簡易な無線システムの留意点と対応策

簡易な無線システムとして今回、選定したデジタル簡易無線局のほかに、チャンネル間隔 6.25kHz、4 値 FSK 方式を採用した地域コミュニティ無線局（地域振興波無線局）があるが、これらには次のような留意点がある。

3.6.1 狭帯域デジタル無線の音声符号化方式の留意点

狭帯域デジタル無線の陸上移動局で使用される音声符号化方式（AMBE+2 等）を使用した場合は、音声は明瞭に通報できるが、チャイム・サイレン・音楽等を送信した場合、これらの効果音の質は著しく悪化する。

3.6.2 デジタル簡易無線局特有の運用上の留意点

（1）チャンネルの輻輳

簡易無線局は周波数を共用して運用する無線局であるため、限られた周波数の輻輳を回避するよう使用者が空きチャンネルを探して通話チャンネルを確保しているが、地域・場所によってはトラフィックの状況により、必要時に通話チャンネルを確保できない可能性がある。

（2）通信時間の制限

簡易無線局の通信は 1 回当たり連続 5 分以内という時間制限がある。また、1 回の通信を終了した後は 1 分以上経過した後に通信を行うという制限が規定されている。デジタル同報通信システムに簡易無線システムを接続して再送信する場合、通信時間が長いと連続してリアルタイムで報知できない問題がある。

3.6.3 簡易な無線システムの留意点への対応策

3.6.1 の音質の問題解決には、狭帯域デジタル通信方式の技術基準内でチャイム・サイレン・音楽等も通報できるような音声符号化方式の採用が必要である。 $\pi/4$ QPSK 変調方式のデジタル簡易無線で、防災無線で使用している音声符号化方式 AMR-WB+を使用することや、4 値 FSK 変調方式でも良好な音質で報知できる新たな音声符号化方式が、今後市場供給されることが期待される。

3.6.2 のチャンネルの輻輳、通信時間の制限の問題解決には、本システム専用の周波数を割当てる事が考えられるが無線設備の低廉化も求められており、簡易無線局が低廉であるというメリットが失われないように 3.6.4 の低廉化が不可欠となる。

3.6.4 簡易な無線システムの低廉化について

簡易な無線システムは、広く使用されているデジタル簡易無線局の技術を活用することで、機器の開発やデバイスの調達が容易であることから、再送信方式の低廉化に寄与し得る有効なシステムと考えられる。

使用する周波数を 400MHz 帯とすることにより、60MHz 帯の周波数を使用する防災行政無線システムと比較して、戸別受信機のアンテナの長さが 10 分の 1 程度になり設置工事費用を含めた機器費以外の低廉化も見込まれる。

付属資料一覧

付属資料 1	付 1
調査検討会 開催趣旨	
付属資料 2	付 2
調査検討会 開催要綱	
付属資料 3	付 4
調査検討会 構成委員名簿	
付属資料 4	付 5
調査検討会 開催経過	
付属資料 5	付 7
受信機の基本的な電気特性試験	
付属資料 6	付 13
実験試験局と機材	
付属資料 7	付 17
実証試験実施場所	
付属資料 8	付 23
各種試験実施状況	
付属資料 9	付 31
実証試験施設の構造等	
付属資料 10	付 32
用語解説	
付属資料 11	付 33
関係法令・参考文献	

参考資料一覧

参考資料 1 防災行政無線の戸別受信機の普及促進について	
	(重要無線室第 1 回検討会資料)
参考資料 2 北海道の白糠町_「防災無線」をとりまく現状	
	(白糠町第 1 回検討会資料)

防災情報を住民へ伝達する簡易な無線システムのための 周波数有効利用技術に関する調査検討会

開 催 趣 旨

近年、大雨などの自然災害が頻繁に発生しており、災害が発生した際に迅速かつ的確な避難行動をとるため、市町村から発せられる災害情報や避難情報を住民に確実に伝達する必要性が高まっている。

防災行政無線は、災害時の情報伝達手段として大きな役割を担っているが、天候等によっては屋外拡声子局からの音が聞こえづらいという住民からの要望があり、きめ細かく防災情報を行き渡らせるために住居内に戸別受信機を配備することが有用とされている。その方策として、同報系防災行政無線（デジタル方式）と汎用技術を採用した他の無線方式を用いた戸別受信機との連携を検討し、戸別受信機の低廉化を図り配布を促進するための検討が求められている。

本調査検討会では、防災情報を住民へ伝達する簡易な無線システムとして、400MHz 帯の周波数を活用した無線方式の電波伝搬特性等の実証試験を行い、当該周波数及び隣接周波数帯における他のシステムとの共用検討を進め、周波数割当に資するための調査検討を実施するものである。

防災情報を住民へ伝達する簡易な無線システムのための 周波数有効利用技術に関する調査検討会

開 催 要 綱

1. 名 称

本調査検討会は、「防災情報を住民へ伝達する簡易な無線システムのための周波数有効利用技術に関する調査検討会（以下「調査検討会」という。）」と称する。

2. 目 的

きめ細かい防災情報を行き渡らせるための手段として、各戸に戸別受信機を適切に配備することが有用とされている。戸別受信機の普及のためには同報系防災行政無線（デジタル方式）と他の簡易な無線システムと連携した利用が期待されている。本調査検討会では同報系防災行政無線（デジタル方式）と簡易な無線システムとの連携についての方策等について提言し、電波の有効利用の促進に資することとする。

3. 検討項目

調査検討会の目的を遂行するために、同報系防災行政無線（デジタル方式）と簡易な無線システムとの連携に関する次の項目について、調査検討を行う。

- (1) 電波伝搬状況に関する技術的諸条件の検討
- (2) 電波有効利用の観点から周波数再利用の検討
- (3) 周波数帯を共用する又は隣接する他のシステムとの共用条件
- (4) 改正すべき技術基準を始めとした各制度の検討
- (5) その他必要な事項

4. 構 成

調査検討会の構成は、次のとおりとする。

- (1) 調査検討会は、北海道総合通信局長が委嘱した委員により構成する。
- (2) 調査検討会に、座長1名を置く。
- (3) 座長は、委員の互選により選出する。
- (4) 座長は、調査検討会を代表し、会務を総理する。
- (5) 座長は、委員の中から副座長を指名する。
- (6) 副座長は、座長を補佐し、座長に事故あるとき又は座長が欠けたときは、その職務を代理する。
- (7) 調査検討会には、具体的な検討を行う作業班（WG）を置くことができる。
- (8) 作業班の構成は、調査検討会で定める。
- (9) 調査検討会には、必要に応じて専門家の参加を認めることができる。
- (10) 調査検討会の庶務は、北海道総合通信局無線通信部陸上課に置く。

5. 運 営

調査検討会の運営は、次のとおりとする。

- (1) 調査検討会は、座長が招集し、主宰する。
- (2) 調査検討会は、必要に応じ電子メール等による運営を行う。
- (3) 作業班の開催に必要な事項は、別途定める。
- (4) その他運営に関して必要な事項は、調査検討会において定める。

付属資料 2

6. 開催期間

設置の日から平成30年3月31日までの間で、報告書を取りまとめる日までとする。

7. その他

- (1) 調査検討会における調査検討事項に関する成果を公表するときは、あらかじめ北海道総合通信局の承認を得るものとする。
- (2) 調査検討会の成果物に関する権利（例えば、調査検討結果を記した著作物等）は、原則として北海道総合通信局に帰属する。

附 則

この要綱は、平成29年8月30日から施行する。

防災情報を住民へ伝達する簡易な無線システムのための 周波数有効利用技術に関する調査検討会

構成委員名簿 （氏名：五十音順 敬称略）

委員名	組織名	役職名
磯部 進一	千歳市	総務部危機管理課長
大鐘 武雄	北海道大学	大学院情報科学研究科 教授
大田 安孝	株式会社エリアトーク	専務取締役
加藤 数衛	株式会社日立国際電気	映像・通信事業部 技師長
櫻井 稔	アイコム株式会社	ソリューション事業部 参事
笹森 崇行	北海学園大学	工学部電子情報工学科 教授
椎木 裕文	日本電気株式会社	スマートインフラ事業部 マネージャー
鈴木 康一	東芝インフラシステムズ株式会社	府中事業所 放送・ネットワークシステム部 主幹
棚野 孝夫	白糠町	町長
田村 匡	一般社団法人全国陸上無線協会	北海道支部長
辻井 宏文	北海道	総務部危機対策局危機対策課長
成澤 昭彦	パナソニック システムソリューションズジャパン株式会社	公共システムセンター 無線通信システム部 部長
藤原 敬志	日本無線株式会社	ソリューション事業部 無線インフラ技術部 同報無線システムグループ 課長
三木 啓嗣	北海道総合通信局	無線通信部長
村上 晃	一般財団法人移動無線センター	北海道センター長
山崎 潤	モトローラ・ソリューションズ株式会社	執行役員渉外統括部長
渡川 洋人	株式会社 JVC ケンウッド	無線システム事業部国内システム開発部 シニアマネージャー

（17 名）

防災情報を住民へ伝達する簡易な無線システムのための 周波数有効利用技術に関する調査検討会

開 催 経 過

1. 第1回会合

- 日時： 平成 29 年 8 月 30 日（水）13:30～15:40
場所： T K P 札幌駅カンファレンスセンター（2 階）カンファレンスルーム 2B
議事： ① 調査検討会の設置について
② 座長選出・副座長指名について
③ 調査検討会概要等について
ア 調査検討概要及び技術試験項目（案）
イ 全体スケジュール（案）
ウ 防災無線をとりまく現状について
（ア）防災行政無線の戸別受信機の普及促進について
（イ）北海道の白糠町「防災無線」をとりまく現状
④ その他

2. 第2回会合

- 日時： 平成 29 年 9 月 27 日（水）13:30～15:05
場所： T K P 札幌駅カンファレンスセンター（2 階）カンファレンスルーム 2B
議題： ① 第1回調査検討会議事録（案）の確認
② 実証試験実施計画（案）について
③ その他

3. 視察会

- 日時： 平成 29 年 11 月 9 日（木）13:30～14:50
場所： 千歳市東部支所
議題： ① 実証試験概要及び実証試験実施状況
② 屋外実証試験の視察
③ 質疑等

4. 第3回会合

- 日時： 平成 29 年 12 月 19 日（火）13:30～15:15
場所： T K P 札幌駅カンファレンスセンター（2 階）カンファレンスルーム 2B
議題： ① 第2回調査検討会議事録（案）の確認
② 実証試験概要報告
③ 報告書素案について
④ その他

5. 第4回会合

日時： 平成30年3月14日（水）13:30～15:30

場所： T K P札幌駅カンファレンスセンター（2階）カンファレンスルーム2B

議題： ① 第3回調査検討会議事録（案）の確認

② 報告書（案）について

③ その他

受信機の基本的な電気特性試験

(1) 受信感度

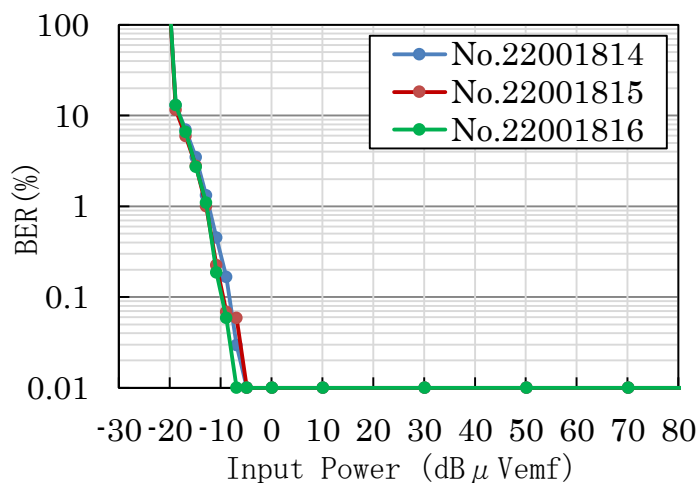
実験試験局の受信感度を測定するための測定系統図を付図 1 に示す。

受信感度の測定は有線接続とし、標準信号発生器からの信号を調整し、試験装置で受信電力と BER を測定した。受信電力を十分高くし、BER が発生していない状況から BER 測定ができない状況となるまで受信電力を低くさせた時の各実験試験局の中心周波数での BER 曲線を付図 2 に示す。

受信感度点 ($BER=1 \times 10^{-2}$) は約 $-6.5\text{dB } \mu\text{Vemf}$ で、実験試験局 3 台ともほぼ同じ受信感度であることが確認できた。



付図 1 受信感度の測定系統図



付図 2 受信感度の測定結果

(2) 隣接チャネル選択度

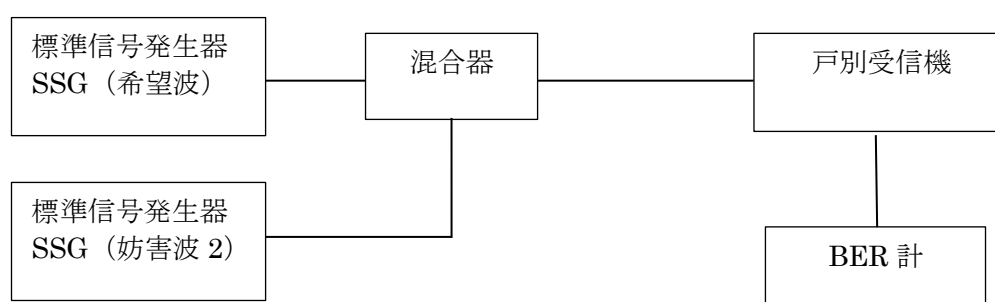
実験試験局の隣接チャネル選択度を測定するための測定系統図を付図 3 に示す。隣接チャネル選択度の測定は有線接続とし、被干渉とした標準信号発生器からの信号を調整し、受信感度より 3dB 高い入力電力とした。

次に与干渉とした標準信号発生器からの信号を調整し、 $BER=1\times 10^{-2}$ となる実験試験局への入力電力を測定した。

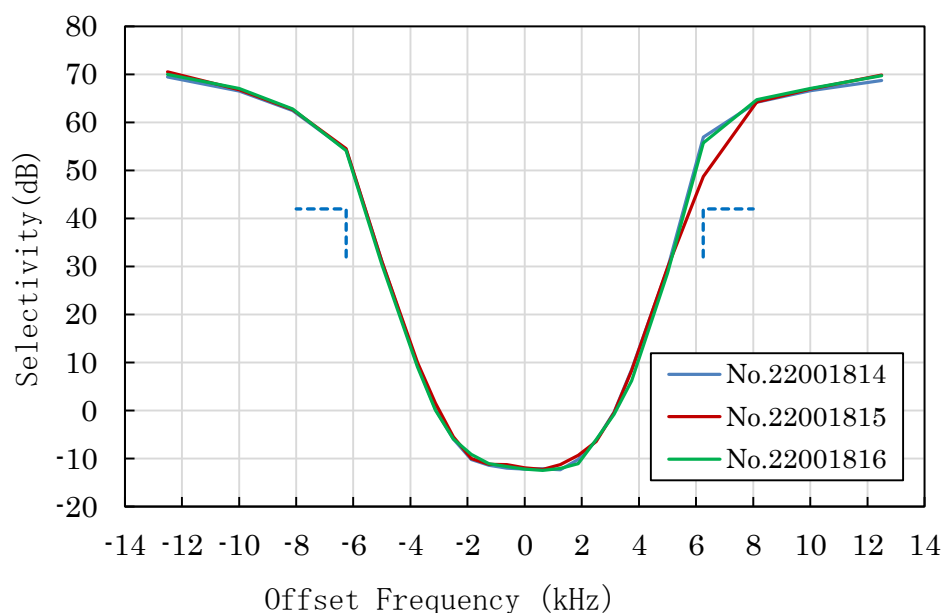
なお、与干渉の中心周波数は被干渉の中心周波数から $\pm 6.25\text{kHz}$ までオフセットした。

各実験試験局の中心周波数での隣接チャネル選択度曲線を付図 4 に示す。

実験試験局 3 台ともほぼ同じ選択度特性であることが確認できた。



付図 3 隣接チャネル選択度の測定系統図



付図 4 隣接チャネル選択度の測定結果

(3) 相互変調特性

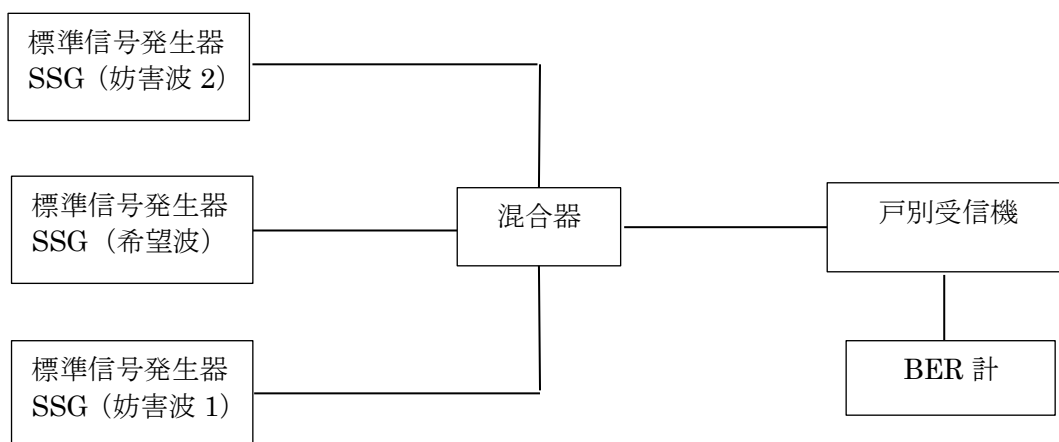
実験試験局の相互変調特性を測定するために用いた測定構成を付図 5 に示す。相互変調特性の測定は有線接続とし、被干渉とした標準信号発生器からの信号を調整し、受信感度より 3dB 高い入力電力とした。

次に与干渉とした標準信号発生器からの信号を調整し、ビット誤り率が 1×10^{-2} となる実験試験局への入力電力を測定した。

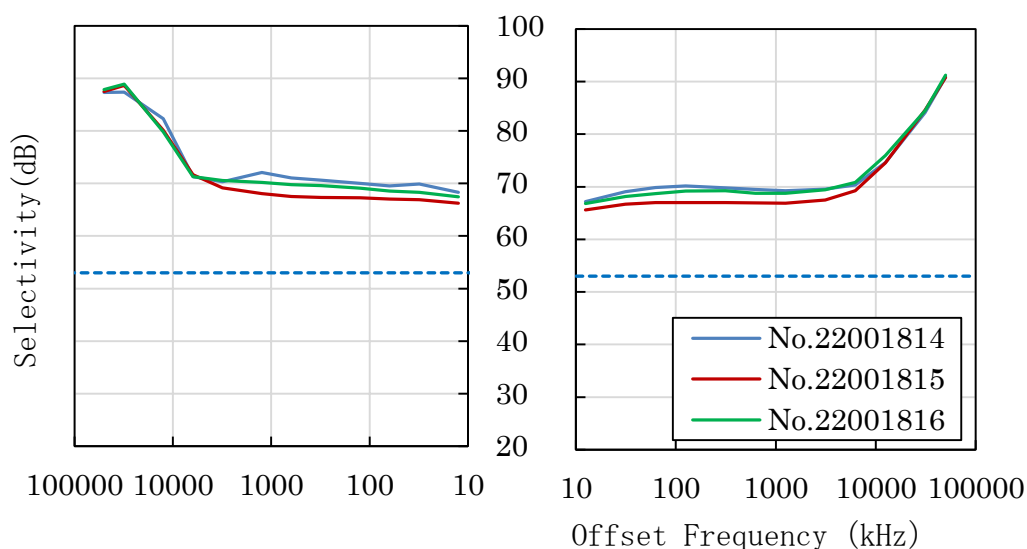
なお、与干渉の中心周波数は被干渉の中心周波数から $\pm 12.5\text{kHz}$ 及び $\pm 25.0\text{kHz}$ 離調した。

その際、各試験局の周波数は、下限の 464.85MHz、中心の 464.875MHz、上限の 464.900MHz を測定した。測定結果を付図 6 に示す。

周波数を変化させてもほぼ同じ結果であった。



付図 5 相互変調特性の測定系統図



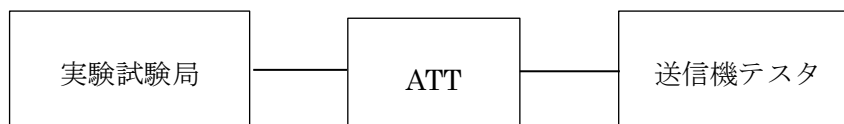
付図 6 相互変調特性の測定結果

(4) 送信出力

実験試験局の送信出力を測定するために用いた測定構成を付図 7 に示す。送信出力の測定は有線接続とし、試験装置からの信号を送信機テストで測定する。

送信機テストへの過入力を避けるため ATT を用いる。

実験試験局 3 台ともほぼ同じ送信出力であることが確認できた。

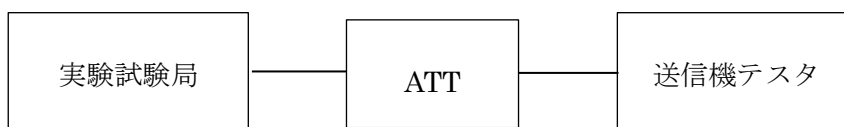


付図 7 送信出力の測定系統図

(5) 占有周波数帯幅

実験試験局の占有周波数帯幅を測定するために用いた測定構成を付図 8 に示す。

占有周波数帯幅の測定は有線接続とし、試験装置からの信号を送信機テストで測定する。この時、送信機テストへの過入力を避けるため ATT を用いる。

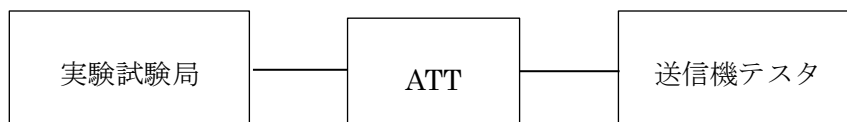


付図 8 占有周波数帯幅の測定系統図

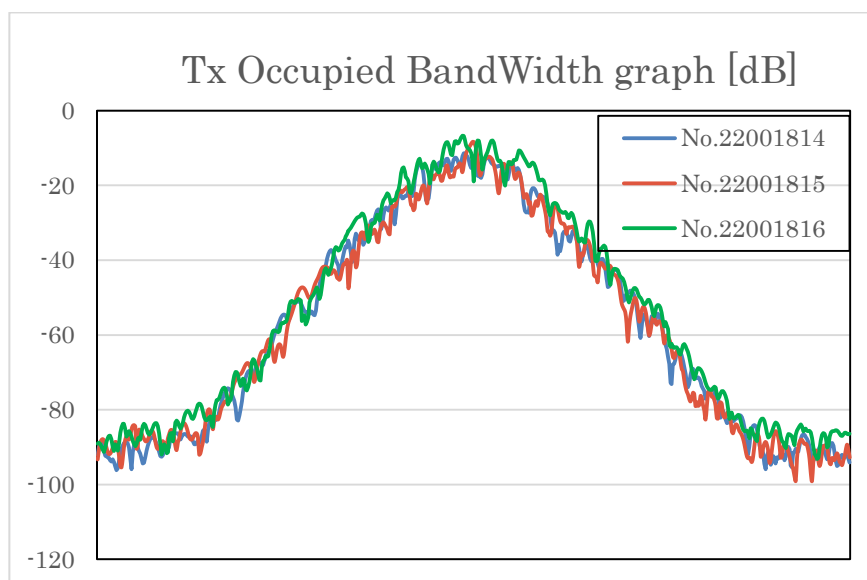
(6) 隣接チャネル漏洩電力

実験試験局の隣接チャネル漏洩電力を測定するために用いた測定構成を付図 9 に示す。隣接チャネル漏洩電力の測定は有線接続とし、試験装置からの信号を送信機テストで測定する。この時、送信機テストへの過入力を避けるため ATT を用いる。

3 台の実験試験局の中心周波数における隣接チャネル漏洩電力の測定結果を付図 10 に示す。



付図 9 隣接チャネル漏洩電力の測定系統図

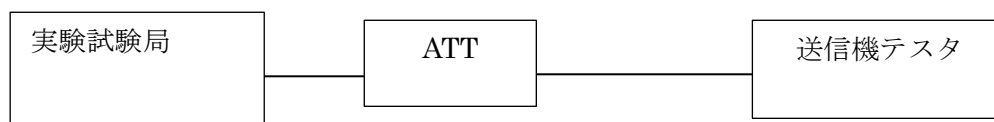


付図 10 隣接チャネル漏洩電力の測定結果

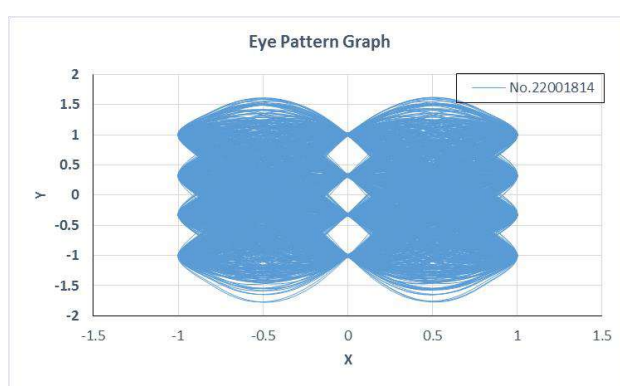
(7) 変調精度 (FSK エラー)

実験試験局の変調精度を測定するために用いた測定構成を付図 11 示す。変調精度の測定は有線接続とし、試験装置からの信号を送信機テストで測定する。この時、送信機テストへの過入力を避けるため ATT を用いる。

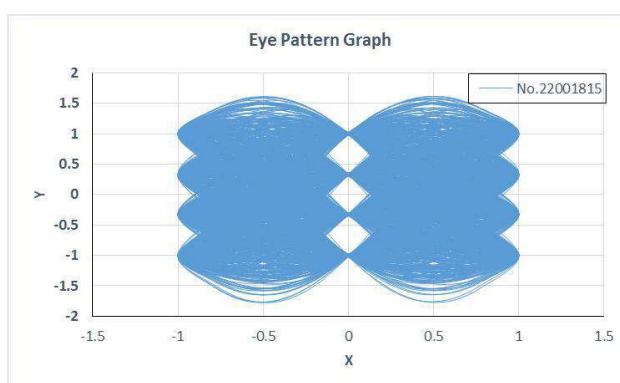
3 台の実験試験局の中心周波数における変調精度の測定結果をそれぞれ付図 12 付図 13 付図 14 に示す。



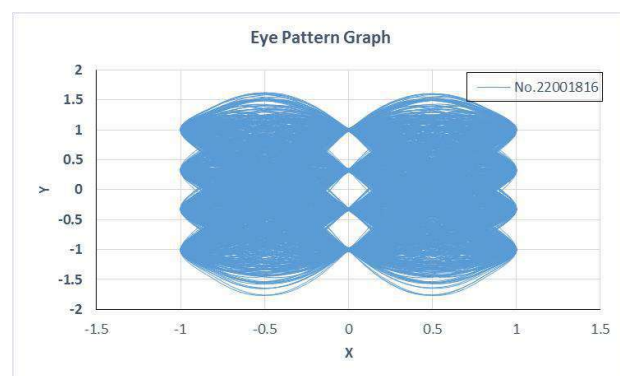
付図 11 変調精度の測定系統図



付図 12 No22001814 変調精度の測定結果



付図 13 No22001815 変調精度の測定結果



付図 14 No22001816 変調精度の測定結果

実験試験局と機材

1. 実験試験局

実験試験局に使用した無線機は、市販されている 470MHz 帯車載用デジタル簡易無線機の周波数を変更して使用し外観図を付図 15 に示す。周波数はソフトウェアを変更するのみでハードの変更はない。また、実証実験を円滑に進めるために、無線機の GPS データ、RSSI、BER 等を出力するソフトを追加している。



付図 15 実験試験局の外観図

付表 1 実験試験局諸元一覧

項目	参考規格値
周波数	464.850～464.900MHz
周波数間隔	6.25kHz
占有周波数帯幅	5.8kHz 以下
空中線電力	5W +20%, -50%
受信感度	0dB μ V (-113dBm) 以下
変調方式	4 値 FSK
通信速度	4800bps
隣接チャネル漏洩電力	45dB 以上
隣接チャネル選択度	42dB 以上
相互変調特性	53dB 以上

※1 デジタル簡易無線局 (ARIB STD-T98)

※2 設備第 54 条第 2 号、告示平 20 第 467 号

2. 戸別受信機のシステム構成

一般に、60MHz 帯の防災行政無線システムの戸別受信機では、ABS 筐体にロッドアンテナを装着した構造にある。これに対し、今回の実証試験では、戸別受信機(試験装置)として、ABS の筐体に $\lambda/4$ ホイップアンテナを取り付け、アルミダイキャスト筐体の汎用デジタル簡易無線機(車載型)と同軸接続した構造とした。受信データを収集するパソコンと接続した戸別受信機のシステム構成を付図 16 に示す。



付図 16 戸別受信機のシステム構成

3. 戸別受信機のアンテナ

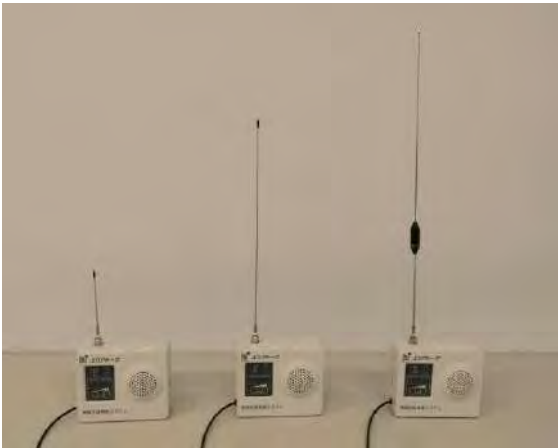
戸別受信機のアンテナは実際に使用されている 400MHz 帯戸別受信機を改造して、アンテナの機能だけを使用している。同軸ケーブルはアンテナの接栓（コネクタ部）から引き出しており、アルミ板はアンテナのカウンターポイズの役目を担う。この外観図を付図 17 に示す。



付図 17 戸別受信機アンテナの外観

（1）戸別受信機アンテナの種類

戸別受信機のアンテナは 3 種類製作し、SWR 特性と利得を確認した。製作したアンテナの外観を付図 18 に示す。左から $1/4\lambda$ ・ $3/4\lambda$ ・ $5/8\lambda$ となる。

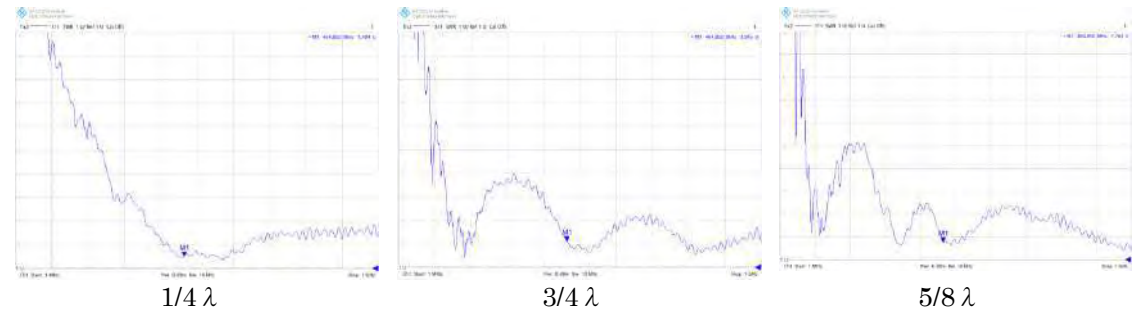


付図 18 戸別受信機のアンテナの種類

(2) 戸別受信機アンテナの SWR 特性

個別アンテナの SWR 特性を付図 19 に示す。グラフは横軸が周波数を 1MHz から 1GHz まで変化させたもので、縦軸が SWR (定在波比: Standing Wave Ratio) を表す。SWR は 1 のとき送信電波が効率よく輻射されることを示しており、縦軸の下が SWR=1 である。各々の結果は下記の通りであった。(実証実験には 1/4λ のアンテナのみ使用した。)

種類	SWR
1/4 λ	1.4
3/4 λ	2.0
5/8 λ	1.8



付図 19 戸別受信機アンテナの SWR 特性

(3) 戸別受信機アンテナの利得

1/4λ のアンテナを基準にして利得は下記となった。

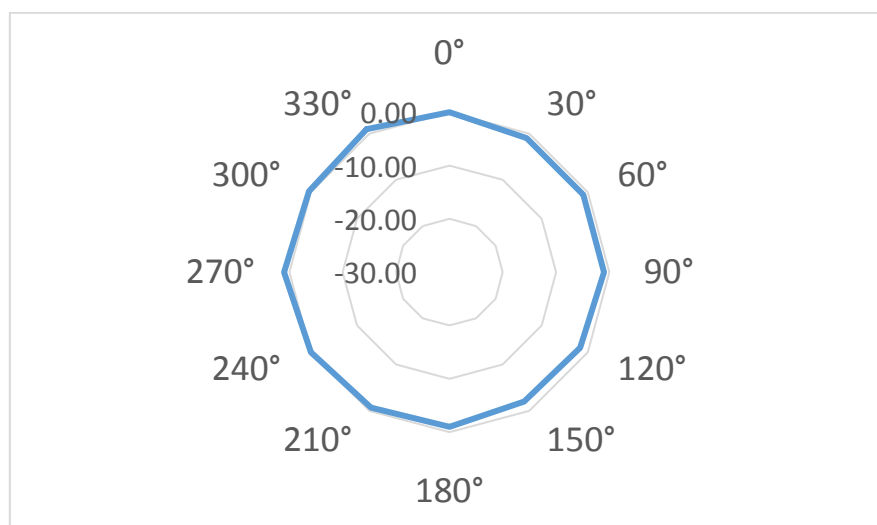
種類	利得(dB)
1/4 λ	0
3/4 λ	0
5/8 λ	-2.4

(4) 戸別受信機アンテナの水平パターン

戸別受信機の水平パターンの結果を付表 2 に、またこれをグラフにしたものを付図 20 に示す。

付表 2 戸別受信機の利得

水平パターン(dB)											
0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
0.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.70	-2.00	-1.00	-0.70	0.00	1.00	0.40	1.00



付図 20 戸別受信機の水平パターン

4. その他のアンテナ

送信や屋外の受信で使用したダイポールアンテナと、反射波を測定した八木アンテナの利得を下記に示す。

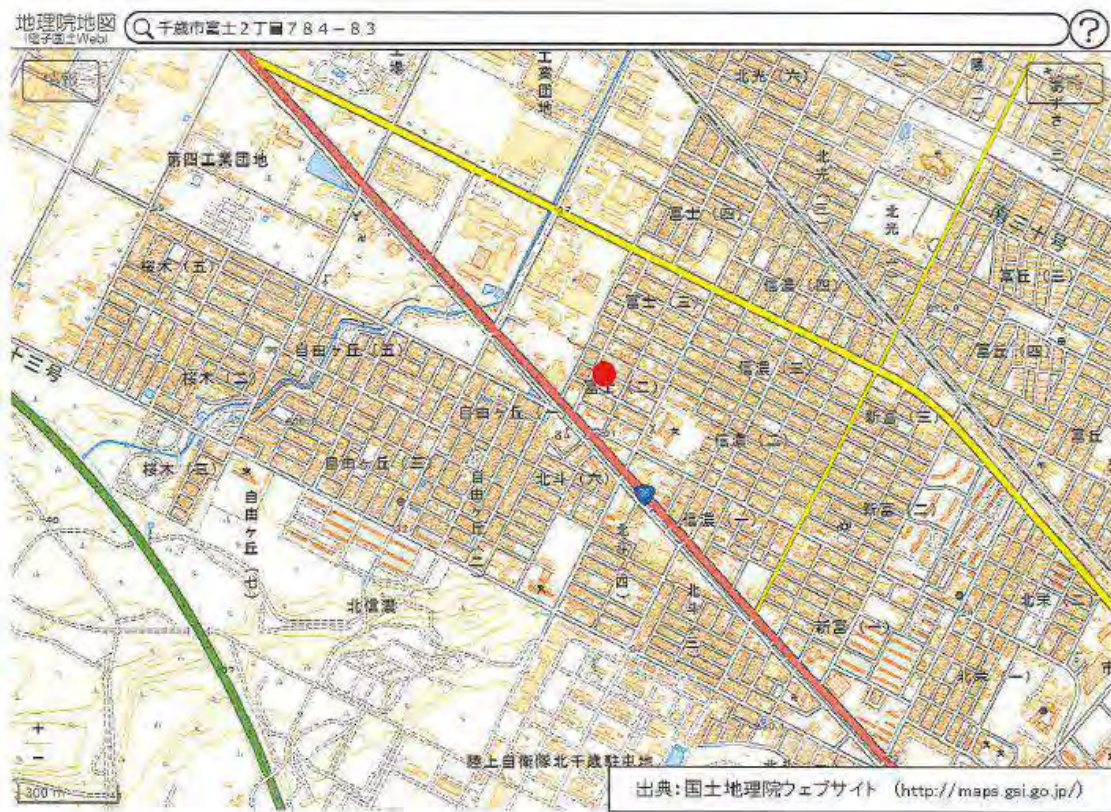
項目	利得(dB)	型名
八木アンテナ(5 素子)	11.15	5DV-450 日本アンテナ製
ダイポールアンテナ	2.15	DP-4510(A) 日本アンテナ製

5. 同軸ケーブルの損失

実証実験で使用した同軸ケーブルの損失を示す。

項目	長さ(m)	損失(dB)	備考
戸別受信機のアンテナケーブル	2	1.1	RG-58A/U
送信局のアンテナ-無線機間ケーブル	5	0.55	5D-SFA
受信ダイポールのアンテナのケーブル	5	1.62	3D-2V(DP-4510 に付属)
受信アンテナ延長ケーブル	10	1.1	5D-SFA

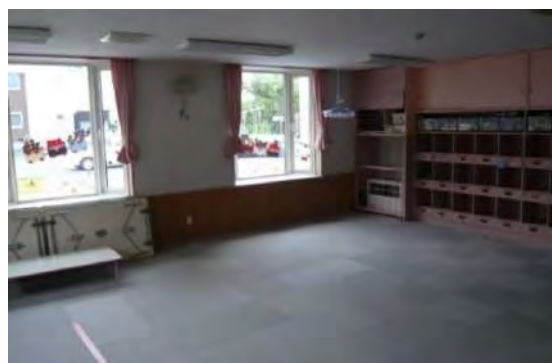
実証実験実施場所



詳細位置



外観



室内

付図 21 しなの児童館現地状況



詳細位置



外観



室内

付図 22 千歳市役所現地状況



詳細位置



外観



室内

付図 23 水防センター現地状況



詳細位置



外観



室内

付図 24 東部支所現地状況



詳細位置



外観



室内

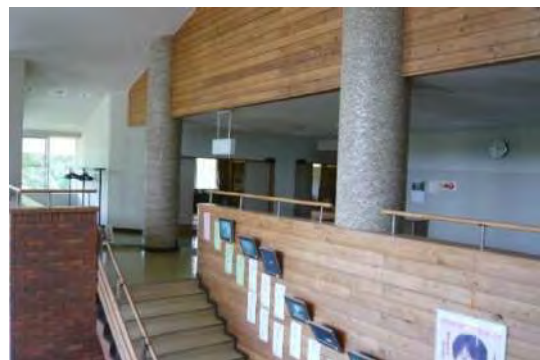
付図 25 美笛キャンプ場現地状況



詳細位置



外観



室内

付図 26 支笏湖支所現地状況

各種試験実施状況

屋外ノイズ測定実施状況

<市街地>

① しなの児童館



② 千歳市役所



<郊外地>

③ 水防センター



④ 東部支所



<山間地>

⑤ 美笛キャンプ場



⑥ 支笏湖支所



付図 27 屋外ノイズ測定実施状況

屋内ノイズ測定実施状況

<市街地>

① しなの児童館



② 千歳市役所



<郊外地>

③ 水防センター



④ 東部支所



<山間地>

⑤ 美笛キャンプ場



⑥ 支笏湖支所



付図 28 屋内ノイズ測定実施状況

伝搬損失測定（送信力所）実施状況

＜市街地＞

① しなの児童館



② 千歳市役所



＜郊外地＞

③ 水防センター

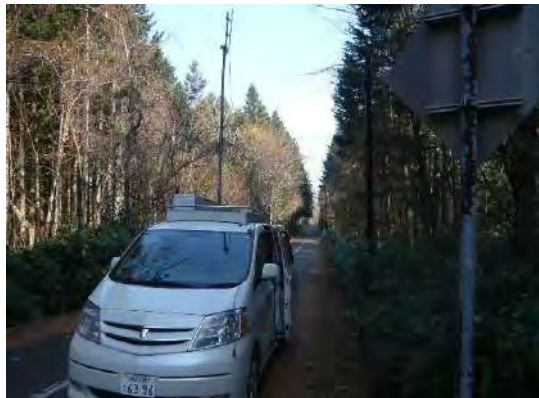


④ 東部支所



＜山間地＞

⑤ 美笹キャンプ場



⑥ 支笏湖支所



付図 29 伝搬損失測定（送信力所）実施状況

ハイトパターン測定実施状況

<郊外地>

③ 水防センター



④ 東部支所



<山間地>

⑤ 美笹キャンプ場



⑥ 支笏湖支所



<受信点>



付図 30 ハイトパターン測定実施状況

水平パターン測定（送信カ所）実施状況

＜市街地＞

①しなの児童館



受信点



＜郊外地＞

③ 水防センター



④ 東部支所



＜山間地＞

⑤ 美笛キャンプ場



⑥ 支笏湖支所



付図 31 水平パターン測定（送信カ所）実施状況

通達距離測定（送信力所）実施状況

<市街地>

① しなの児童館



② 千歳市役所



<郊外地>

③ 水防センター



④ 東部支所



<山間地>

⑤ 美笛キャンプ場



⑥ 支笏湖支所



付図 32 通達距離測定（送信力所）実施状況

透過損失測定状況

＜市街地＞

① しなの児童館



＜受信点＞



＜郊外地＞

④ 東部支所



＜山間地＞

④ 美笛キャンプ場



付図 33 透過損失測定状況

同一干渉試験（送信力所）測定状況

<市街地>

① しなの児童館



<郊外地>

④ 東部支所



山間地>

⑥ 支笏湖支所



付図 34 同一干渉試験（送信力所）測定状況

実証試験施設の構造等

付表 3 実証試験施設の構造等

	施設名	構造・外装	外窓・ガラス
市街地	①しなの児童館	構造:W造(木造) 外装:窯業系サイディング 12.5mm	外建具:硬質塩ビ製(開き窓、引き違い窓等) (遊戯室のみ、アルミ製引き違い窓等) 外ガラス:低放射複層ガラス(3mm+空気層 12mm+3mm) (遊戯室のみ、強化ガラス 5mm)
	②市役所本庁舎	構造:RC造(鉄筋コンクリート構造) 外装:磁器タイル張り(湿式)	外建具:アルミ製(片引き窓) 外ガラス(事務室):熱線吸収ガラス(FIX 部 6mm、稼働部 5mm) 内建具:木製(引き違い窓) 内ガラス(事務室):板ガラス(FIX 側 5mm、稼働部側 3mm)
郊外地	③水防センター	構造:W造(木造) 外装:窯業系サイディング 12.5mm	外建具:硬質塩ビ製(開き窓+FIX 窓) 外ガラス:低放射複層ガラス(3mm+空気層 12mm+3mm)
	④東部支所	構造:RC造(鉄筋コンクリート構造) 外装:シリコン系吹付塗材	外建具:アルミ製(片引き窓) 外ガラス:板ガラス 5mm 内建具:木製(引き違い窓) 内ガラス:板ガラス 3mm(型板部分 2mm)
山間地	⑤美笛キャンプ場管理棟	構造:W造(腰壁:RC造) 外装:腰壁→玉石積 中・上壁→羽目板 18mm 張	外建具:木製(引き違い窓) 外ガラス:ポリカーボネート 5mm
	⑥支笏湖支所	構造:RC造(鉄筋コンクリート構造) 外装:エポキシ系吹付塗材 (一部半割丸太横張)	外建具:アルミ製(片引き窓) 外ガラス:板ガラス 5mm 内建具:木製(引き違い窓) 内ガラス:板ガラス 3mm(型板部分 4mm)

用語解説

FSK (Frequency Shift Keying : 周波数偏位変調方式)

デジタル信号の 1、0 を送信するために使用する FM 変調の一種。1 に割り当てられた周波数と 0 に割り当てられた周波数を切りかえて使用する。伝送速度を上げるためには占有帯域幅が広がる特性がある。振幅が一定となるため、電力増幅器の非直線性の影響は少なく、電力利用効率がよい特性がある。

周波数の許容偏差

発射によって占有する周波数帯の中央の周波数の割当周波数からの許容することができる最大の偏差又は発射の特性周波数の基準周波数からの許容することができる最大の偏差をいい、百万分率又はヘルツで表わす。

周波数偏位 (Frequency Deviation)

周波数変調における周波数変化の幅を示す。周波数変調においては、変調信号に対応して搬送周波数が変化する。変調信号入力がある場合の搬送周波数は、変調信号入力がない無変調時の搬送周波数からずれる。このずれの幅の周波数が周波数偏移である。周波数偏移を変調信号周波数で割った値を変調指数という。

占有周波数帯幅

搬送波を変調することで生じる電波の幅のこと。発射電波に許容される帯幅の値を占有周波数帯幅の許容偏差といい、ヘルツで表わされる。

レイリーフェージング

送信機から発信された電波は、市街の複雑な構造物によって反射・回折・散乱を受けて受信機に到達する際、電波伝搬の様子が変化する。このときの変動がレイリー分布で近似できる瞬時変動。

関係法令・参考文献

総務省 審議会答申等

- [1] 情報通信審議会 情報通信技術分科会 小電力無線システム委員会 「小電力に用いる
自営系移動通信の利活用・高度化方策にかかわる技術基準」 平成 20 年 3 月
- [2] デジタル CR(簡易無線)規格特別部会調査検討報告書 デジタル CR 規格特別部会
平成 19 年 8 月 29 日
- [3] 九州総合通信局「地域コミュニティのための情報通信システムに関する調査検討」報告
書 平成 20 年 3 月
- [4] 電気通信技術審議会答申 諮問 9 4 号「400MHz 帯を使用する業務用の陸上移動局等の
デジタル・ナロー通信方式の技術的条件」 平成 10 年 6 月

(社) 電波産業会 標準規格等

- [5] ARIB STD-T98 「デジタル簡易無線局の無線設備」
- [6] 一般社団法人 日本 CATV 技術協会 「CATV エキスパート技術者」昭和 38 年(受講テ
キスト)

その他

- [7] 社団法人 電子情報通信学会 「移動通信の基礎」 株式会社コロナ社.

防災行政無線の戸別受信機の普及促進について

平成29年8月30日
総合通信基盤局電波部
基幹・衛星移動通信課
重要無線室

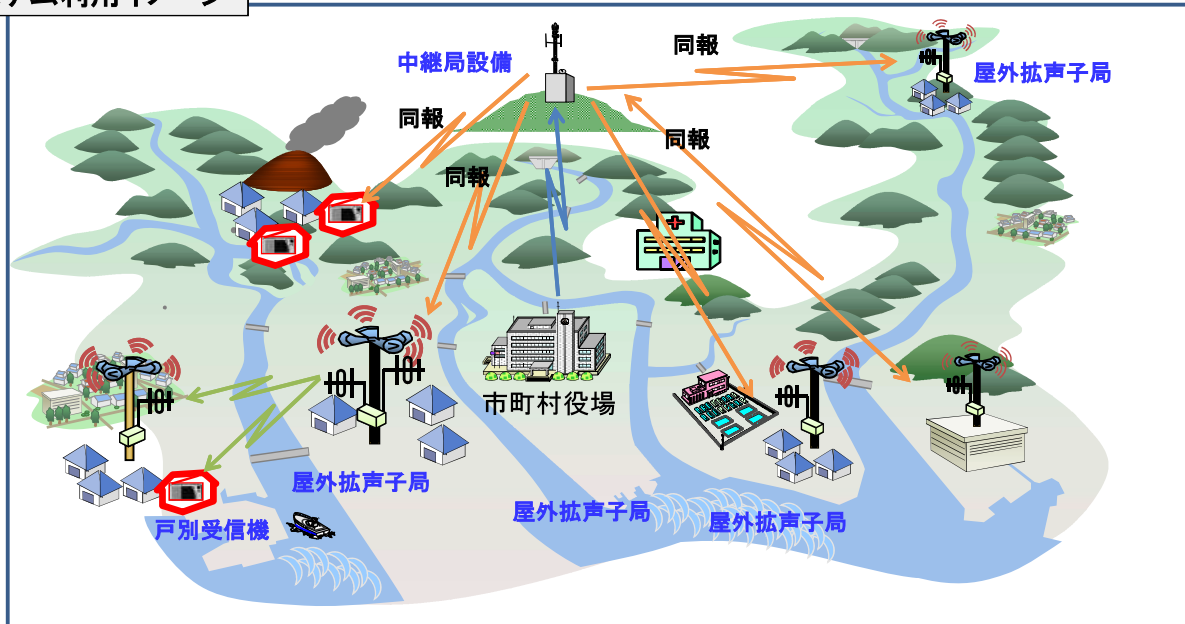
災害情報伝達手段の整備状況

1

情報伝達手段		整備割合	備考
市町村防災行政無線（同報系）		82.0%(1,428団体)	平成28年 3月31日現在
コミュニティFM 〔うち自動起動対応〕		19.6%(341団体) 〔4.4%(76団体)〕	
CATV		31.5%(549団体)	
IP告知等		9.7%(169団体)	
登録制メール		62.7%(1,091団体)	
消防団による広報		90.4%(1,573団体)	
緊急速報メール整備率※		99.4%(1,731団体)	平成28年 9月1日現在 ※ 3社のうちいずれか1社以上
各社 契 約 率	エリアメール（NTTドコモ）	99.1%(1,725団体)	
	緊急速報メール（KDDI）	98.3%(1,711団体)	
	緊急速報メール （ソフトバンクモバイル）	98.7%(1,718団体)	
Lアラート		87.2%(41都道府県)	

- 市町村が住民に対して屋外拡声子局や戸別受信機を通じて防災情報を周知するために整備している無線通信システム
- 周波数：60MHz帯（アナログ方式、デジタル方式）
※ デジタル方式の整備率は50.3%(875/1,741団体)（平成28年度末）

システム利用イメージ



中継局設備は主に、サービスエリアを拡張する場合に設置。

防災行政無線の主な設備



制御卓

- 防災行政無線システムの中心設備で、主に市町村役場に設置される。様々な防災情報の受発信は、制御卓が接続されている親局を中心に行われる。



屋内



屋外

戸別受信機・外部アンテナ

- 避難場所、防災拠点、各家庭等に設置。
- 受信感度が低く受信できない範囲も、外部アンテナの設置により、受信が可能となることで受信エリアが拡大する。



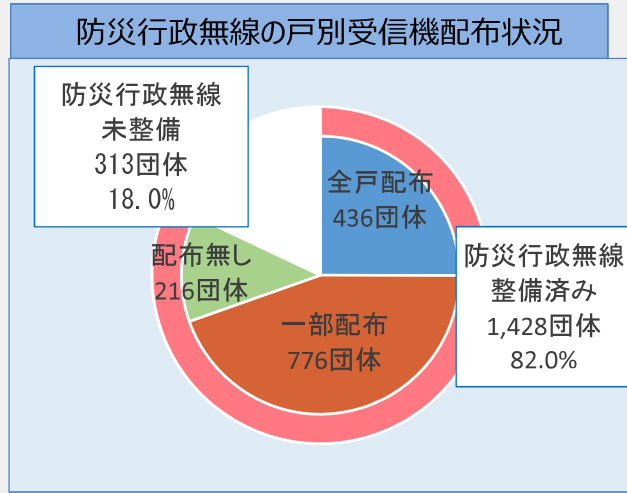
屋外拡声子局

- 親局設備から発信された情報を、スピーカにより拡声して流す。
- 自局エリア内へはハンドセットマイクを使用し、直接スピーカから情報を伝達可能。

82%の市町村で市町村防災行政無線（同報系）を整備。

(1) 戸別受信機は、地域の実情に応じて整備。

全戸配布が31%（436団体/1428団体）
一部配布が54%（776団体/1428団体）



(2) 住戸内の戸別受信機は、建物や気象の影響を受けて屋外スピーカーからの音声聞こえづらい場合に、極めて有効。

- 防災行政無線について「聞こえた」割合は、
 - 東日本大震災では約4割
 - 熊本地震では約3割（「内容が分からなかった」を含む。）

※：平成29年4月、総務省「熊本地震における情報通信の在り方に関する調査結果」より
- 平成27年常総市水害に係る住民ヒアリング※では
 - 避難指示等の入手手段として「防災行政無線」との回答が6割
 - 「避難指示がわかりにくかった」との回答が約4割で、その理由を「聞こえにくい」と回答したのが約6割

※ 平成28年3月、中央大学理工学部河川・水文研究室
- 平成28年糸魚川大規模火災では、延焼範囲内の世帯に戸別受信機が整備されており、火災発生の実事が迅速に伝達された。

※ 希望世帯や役場等に約9000台を配布。（全世帯数17,525世帯）

高齢者の方々など災害弱者の方々に、より細かく防災情報を行き渡らせる上で有効な防災行政無線等の戸別受信機の普及促進策の検討が必要。

「防災行政無線等の戸別受信機の普及促進に関する研究会」について

1. 目的

総務省では、一般的に情報が届きにくい高齢者・障害者・外国人の方々に必要な情報を確実に届けるべく、「情報難民ゼロプロジェクト」を推進している。様々な情報伝達手段の中でも、防災行政無線は、災害時の地域住民への情報伝達手段として大きな役割を担っている。また、高齢者等の地域住民によりきめ細かく防災情報を行き渡らせるためには住居内の戸別受信機が有効と考えられることから、その普及促進を図ることが重要となっている。このような状況を踏まえ、情報難民ゼロプロジェクトを推進する一環として、戸別受信機の低廉化など、自治体による戸別受信機の配布を促進するための方策を検討する。

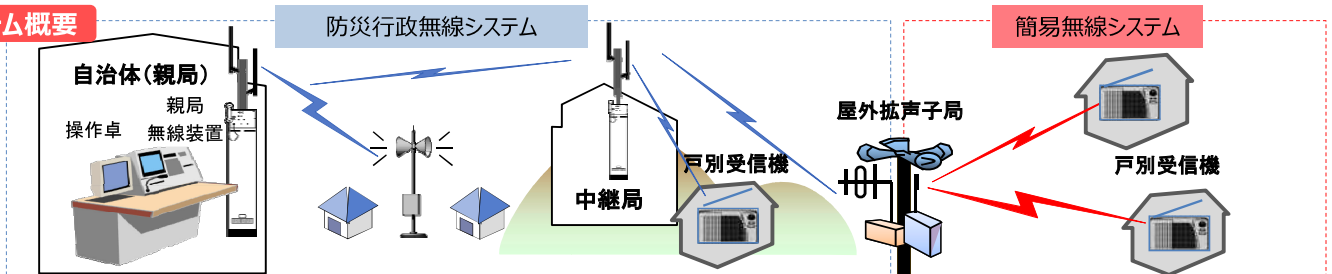
2. 検討項目

- 防災行政無線と簡易無線等を接続した情報伝達手段のニーズ・課題
- 戸別受信機の低廉化方策・普及促進方策

3. 検討経緯

平成29年3月	4月	5月	6月
第1回（3/13）	第2回（4/18）	第3回（5/24）	第4回（6/22）
- 自治体ヒアリング① - メーカーヒアリング	- 自治体ヒアリング② - 戸別受信機等の現状及びニーズの把握に係る自治体向けアンケート調査表の作成	- アンケート調査結果報告 - 普及促進方策案の検討	報告とりまとめ

システム概要



中村 功	東洋大学 社会学部 教授（主査）	神田 達也	三菱電機株式会社 事業統括本部 常務執行役員 本部長
相神 一裕	株式会社ＪＶＣケンウッド 代表取締役 副社長	楠原 和広	アルインコ株式会社 取締役電子事業部長
安達 竹美	株式会社東芝 執行役常務	佐久間 重充	千葉県市原市 総務部危機管理課長
市村 克典	東京都江東区 地域振興部 副参事	杉山 正樹	株式会社富士通ゼネラル 取締役経営執行役
伊藤 明男	株式会社日立国際電気 執行役専務 映像・通信事業部 事業部長	高田 潤一	東京工業大学 環境・社会理工学院 教授（副主査）
鶴飼 嗣孝	愛知県大口町 地域協働部長 兼 町民安全課長	鶴田 悟	芝浦電子工業株式会社 取締役本部長
受川 裕	日本電気株式会社 執行役員	鳥居 昭裕	愛知県蒲郡市 総務部防災課長
大田 安孝	株式会社エリアトーク 専務取締役	藤井 威生	電気通信大学 先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター 教授
大沼 賢祐	日本無線株式会社 取締役執行役員	山口 和洋	パナソニックシステムソリューションズジャパン 株式会社 公共システム本部 専務執行役員
小川 伸郎	アイコム株式会社 常務取締役事業部長	横山 泰昭	京都府福知山市 危機管理監
小倉 紳治	モトローラ・ソリューションズ株式会社 取締役	吉井 博明	東京経済大学 名誉教授
片桐 勇一郎	沖電気工業株式会社 執行役員 兼 情報通信事業本部 副本部長		

自治体、メーカーヒアリングの結果（主な意見）

7

＜戸別受信機のメリット＞

- 天候に左右されず屋内で防災行政無線の情報を受けられる
- 停電時であっても、電波が受信できれば乾電池を用いて情報を受けられる

＜戸別受信機の課題＞

- 1台あたりの価格が高価
- 電波の受信環境によっては、屋外アンテナの設置が必要
- 町内会長の変更等により毎年度十数件の移設作業が必要となり、受信調査、設定作業等、事業者への委託費用が発生

＜整備費用の低廉化のための方策＞

- 機能の簡略化
- 親局だけでなく、子局や戸別受信機、取付け作業、保守点検業務等を一括で契約し、想定よりも低廉に整備
- 防災行政無線と簡易無線を接続し、低廉な戸別受信機を実現

＜その他＞

- 耳の不自由な方や外国人等には、屋外拡声子局等の音声で情報を伝達するのは困難
- 災害時、防災行政無線をはじめとした複数の情報伝達手段への入力作業が負担

戸別受信機は、

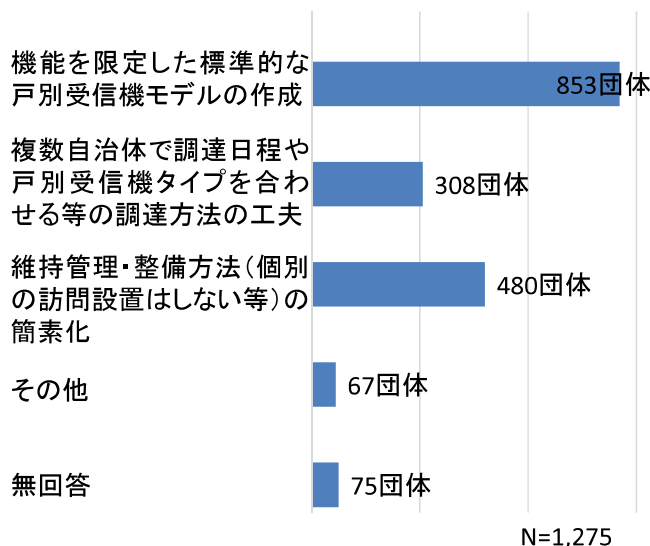
- ・ 天候等に左右されず情報を受けられる

- ・ 一方で、高額である、受信状況により屋外アンテナの設置が必要等の課題

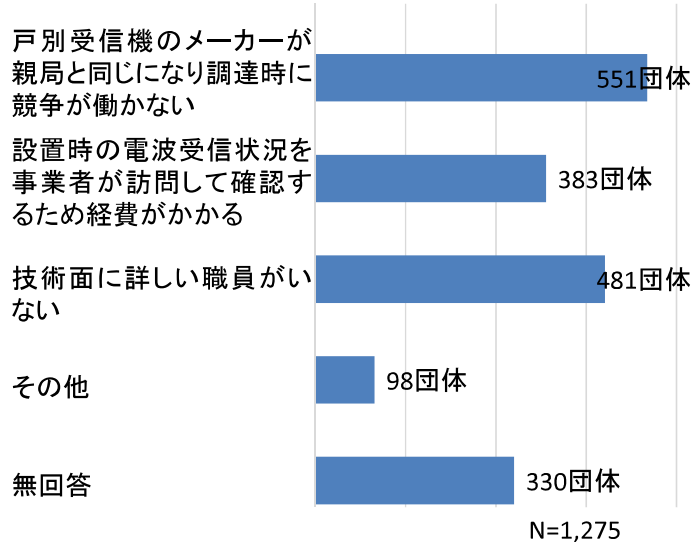
- ・ 機能の簡略化、調達方法の工夫、無線システムの利用等により、整備費用を低廉化にできるのではないか

- ・ 障害者、外国人等の方々への情報伝達における工夫や、複数の情報伝達手段の連動が必要

- (1) 戸別受信機の標準的モデルの作成や、維持管理方法等の簡素化は現実的。
- (2) 調達時に競争が働かないこと、設置時に事業者訪問を要し経費がかかること、技術面に詳しい職員がいないことが課題。
- (3) 戸別受信機を整備しない理由は、①財政的に余裕が無い（231団体、47%）、②代替手段がある（180団体、37%）、③その他（79団体、16%）であった。
 <その他の主な内容： 費用対効果が小さいため、屋外スピーカーで全戸への伝達が可能なため>



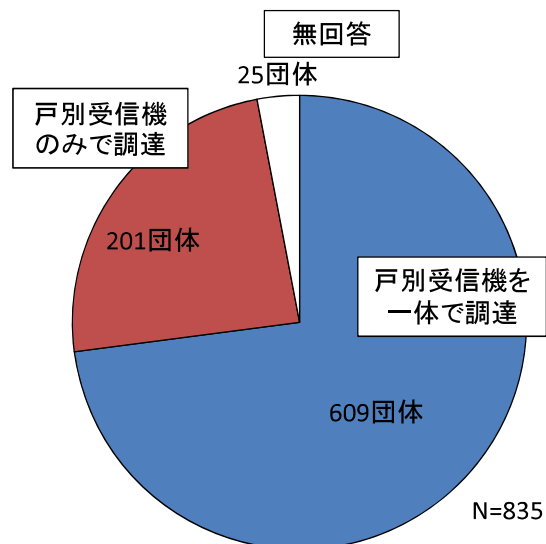
(1) 普及促進方策として現実的だと考えられるもの



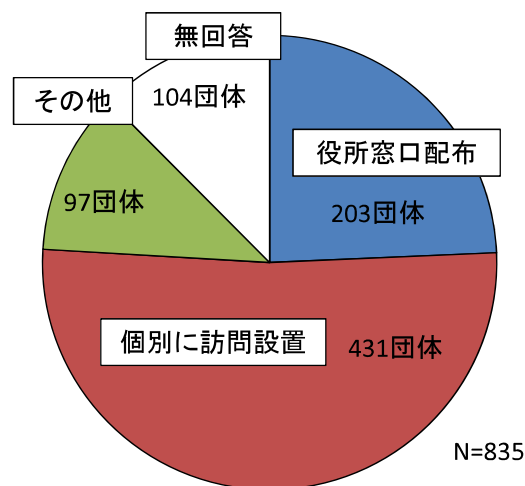
(2) 戸別受信機を低廉化する上での課題

戸別受信機の調達、設置方法

- (1) 親局、操作卓、屋外拡声子局等と戸別受信機を一体で調達している自治体が609団体（回答した自治体のうち約8割）と多いものの、親局は既に整備済みで戸別受信機のみで調達している自治体も201団体（回答した自治体のうち約2割）。
- (2) 個別に訪問して戸別受信機を設置している自治体が431団体（回答した自治体のうち約6割）と多いものの、役所窓口で配布し住民が設置している自治体も203団体（回答した自治体の約3割）。



(1) 戸別受信機の調達方法



(2) 戸別受信機の設置方法

- ◆ 戸別受信機への外部アンテナの設置率は以下に示すとおりであり、設置率が50%を超える自治体は約3割。

戸別受信機の整備世帯の100%で外部アンテナを設置 : 47団体 (7%)

戸別受信機の整備世帯の50～100%未満で外部アンテナを設置 : 179団体 (25%)

戸別受信機の整備世帯の10～50%未満で外部アンテナを設置 : 353団体 (49%)

戸別受信機の整備世帯の0～10%未満で外部アンテナを設置 : 141団体 (20%)

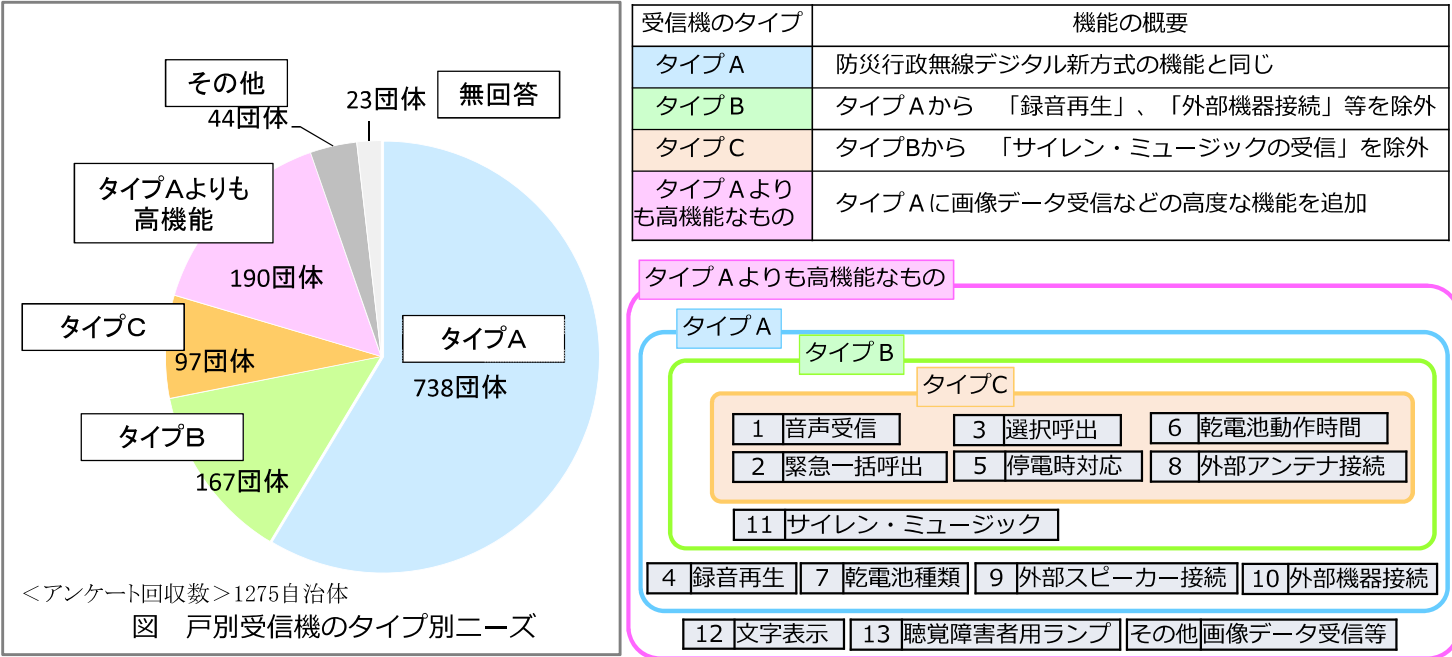
N=835
- ◆ 外部アンテナの設置割合と配布方法の関係は、下表に示すとおり、個別に訪問配布の割合が高くなるほど、外部アンテナの設置割合が高い。

表 アンテナの設置割合と配布方法

外部アンテナを設置している世帯の割合	配布方法の内訳			計
	役所窓口配布 (住民が設置)	個別に訪問設置	その他	
100%	1団体 (2%)	34団体 (83%)	6団体 (15%)	41団体
50～100%	8団体 (5%)	136団体 (84%)	18団体 (11%)	162団体
10～50%	112団体 (36%)	168団体 (54%)	33団体 (11%)	313団体
10%未満	56団体 (47%)	44団体 (37%)	20団体 (17%)	120団体
小 計	177団体 (21%)	382団体 (46%)	77団体 (9%)	636団体
無回答	—	—	—	199団体
合 計	—	—	—	835団体

戸別受信機のタイプ別ニーズ

- ◆ 機能のある程度限定することで戸別受信機の低廉化につながる可能性があるため、メーカーや自治体へのヒアリング等をもとに、戸別受信機のタイプを提示して、自治体にニーズを調査。



タイプA（現行の防災行政無線と同じ機能）を希望する自治体が多数を占めたものの、機能を限定した低廉なタイプにも一定程度のニーズがある。

戸別受信機の機能に関する自治体ニーズ

12

- (1) 戸別受信機を整備している自治体及び未整備の自治体の回答（1,275団体）を分析したところ、必須と考えられている機能は、回答数の大きい方から「音声受信」、「停電時対応」、「緊急一括呼出」であった。
- (2) 一方、「外部スピーカー接続」、「外部機器接続」を必須と回答したのは全体の2～3割程度の自治体であり、必要性を感じていない自治体が多い。

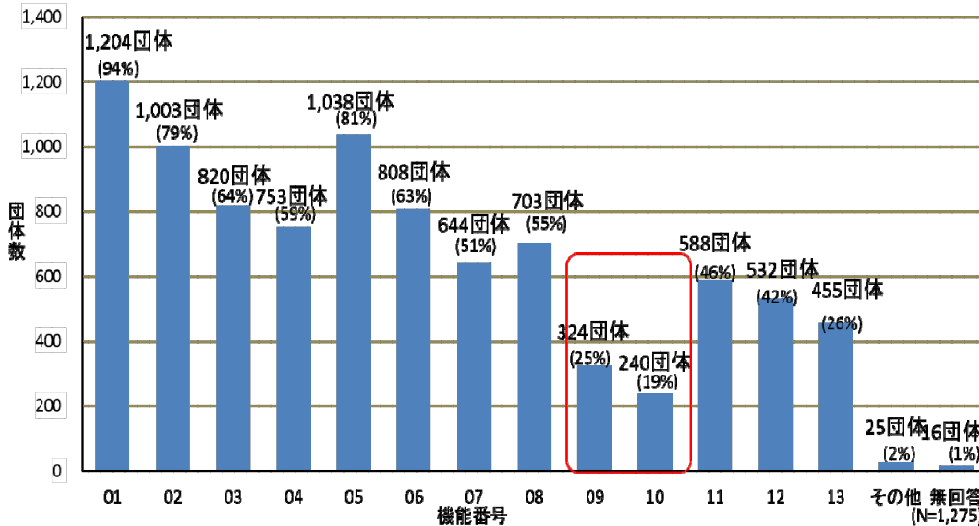


図 機能別ニーズ
(回答対象: 戸別受信機を整備済及び未整備の団体)

表 機能番号の説明

機能番号	機能
01	音声受信 (操作卓からの音声放送の受信)
02	緊急一括呼出 (緊急時に音量を自動で最大に調整)
03	選択呼出 (一括呼出、グループ呼出、個別呼出)
04	録音再生 (放送の録音再生が可能)
05	停電時対応 (商用電源から内蔵乾電池に自動切替)
06	乾電池動作時間 (24時間以上)
07	乾電池種類 (単一、単二、単三電池が使用可能)
08	外部アンテナ接続 (外付けアンテナが接続可能)
09	外部スピーカー接続 (外付けスピーカーが接続可能)
10	外部機器接続 (外付けのFAX、文字表示器等が接続可能)
11	サイレン・ミュージック (サイレン音、ミュージック音の受信)
12	文字表示
13	聴覚障害者用ランプ

戸別受信機の機能に関する自治体ニーズ

13

- ◆ 戸別受信機を整備している自治体からの回答（756団体）のみを分析したところ、戸別受信機に実装され、かつ必須と考えられている機能は、上から「音声受信」、「緊急一括呼出」、「停電時対応」。
- ◆ 一方、「外部スピーカー接続」、「外部機器接続」を必須と回答したのは約6割の自治体であり、必要性を感じていない自治体が一定数存在。

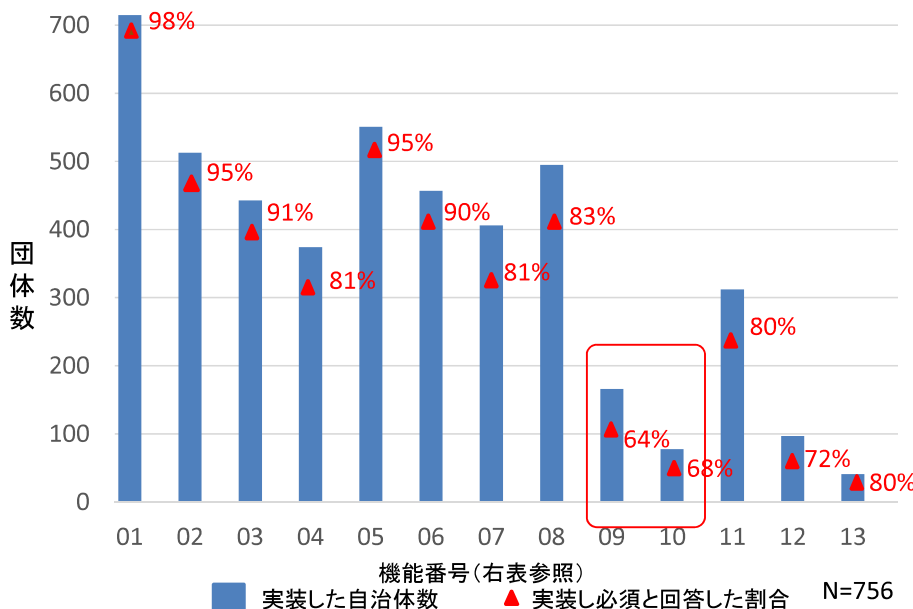


図 機能別ニーズ
(回答対象: 戸別受信機を整備済)

表 機能番号の説明

機能番号	機能
01	音声受信 (操作卓からの音声放送の受信)
02	緊急一括呼出 (緊急時に音量を自動で最大に調整)
03	選択呼出 (一括呼出、グループ呼出、個別呼出)
04	録音再生 (放送の録音再生が可能)
05	停電時対応 (商用電源から内蔵乾電池に自動切替)
06	乾電池動作時間 (24時間以上)
07	乾電池種類 (単一、単二、単三電池が使用可能)
08	外部アンテナ接続 (外付けアンテナが接続可能)
09	外部スピーカー接続 (外付けスピーカーが接続可能)
10	外部機器接続 (外付けのFAX、文字表示器等が接続可能)
11	サイレン・ミュージック (サイレン音、ミュージック音の受信)
12	文字表示
13	聴覚障害者用ランプ

- (1) 戸別受信機の希望整備台数は、全体で約633万台。
 (2) 世帯数の8割以上への配備を希望する自治体は、約4割。

- ◆ 希望配備先としては、「希望世帯」「指定避難場所・指定緊急避難所」、「保育園、幼稚園、こども園」、「社会福祉施設」、「役場、支所、出張所」の順に多い。

回答自治体数	966団体
合計	633万台
平均	6560台
最小値	0台
最大値	20万台

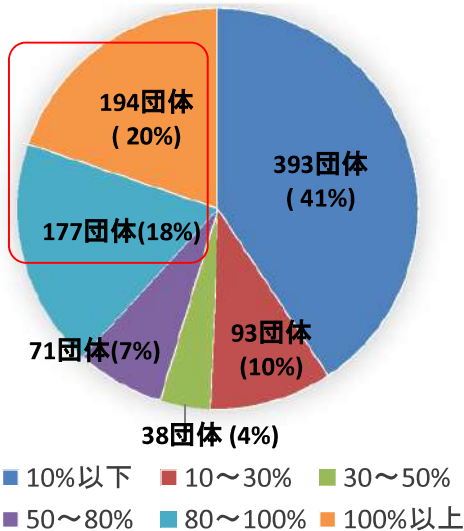


図 世帯数に対する希望整備割合の分布 N=966

表 整備先のニーズ

整備先	自治体数
01 希望世帯	648
02 構成する一部の旧市町村内の全戸	139
03 津波被害のおそれのある地域	110
04 洪水災害のおそれのある地域	192
05 土砂災害のおそれのある地域	252
06 噴火災害のおそれのある地域	27
07 屋外拡声子局の音が届かない（届きにくい）地域	398
08 役場、支所、出張所	475
09 指定避難所・指定緊急避難場所（学校、体育館、公民館等）	571
10 高齢者	357
11 障害者	367
12 自治会（会長等）、自主防災組織	332
13 医療機関	352
14 社会福祉施設	476
15 保育園、幼稚園、こども園	479
16 役場職員（消防職員）	172
17 消防団員	207
18 商業施設（マーケット、遊技場等、不特定多数の者が利用する施設）	178
その他	215
無回答	106

N=1,275

戸別受信機の普及促進方策

(1) 戸別受信機の機能に係る標準的なモデル及びその仕様書（例）の作成

- ◆ 戸別受信機の機能に係る標準的なモデル・仕様書（例）を作成し、量産化・低廉化を推進。
 仕様書には、メーカー間の相互接続性の確保を明文化し、自治体の選択肢を拡大。

(2) 調達・整備・維持管理方法の工夫

- ◆ 戸別受信機を、親局・操作卓・屋外拡声子局等と一体で整備するとともに、維持管理費を含め、債務負担行為等により複数年にわたり計画的に調達し、整備費用を抑制。
 ◆ 戸別受信機を市町村役場等で配布し、住民が自ら設置することにより、整備費用を抑制。
 ◆ 保守、故障、移設、住民からの問い合わせ窓口等の対応を精査し、維持管理費用を抑制。
 ◆ 自治体間において、戸別受信機をはじめ防災行政無線の調達・整備・維持管理を共同で実施することにより、整備費用や維持管理費用を抑制。

(3) 防災行政無線と安価な無線システム（簡易無線）による戸別受信機とのインターフェースの規格化

<その他> 自治体職員の入力作業の負担軽減

防災行政無線への入力インターフェースを規格化し、防災行政無線を含む複数の情報伝達手段が連動する環境を整備。

「防災行政無線等の戸別受信機の普及促進に関する研究会」報告を踏まえ、戸別受信機の量産化・低廉化を図るために、戸別受信機の機能に係る標準的なモデルや仕様書（例）の作成等を実施することを目的とする。

モデルイメージ案

	機能	内容	標準モデル
1	音声受信	操作卓からの音声放送の受信	○
2	緊急一括呼出	緊急時に音量を自動で最大に調整	○
3	選択呼出	一括呼出、グループ呼出、個別呼出	○
4	録音再生	放送の録音再生が可能	×
5	停電時対応	商用電源から内蔵乾電池へ自動切替	○
6	乾電池動作時間	24時間以上（例：放送5分/待受け55分の条件）	○
7	乾電池種類	単一・単二・単三電池が使用可能	×
8	外部アンテナ接続	外付けのアンテナが接続可能	○
9	外部スピーカー接続	外付けのスピーカーが接続可能	×
10	外部機器接続	外付けのFAX、文字表示器等が接続可能（データ伝送）	×
11	サイレン・ミュージック	サイレン音・ミュージック音の受信	○

8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
第1回(8/8) ▲ モデルイメージ	実態調査 ▲	実態調査の結果 ▲	第2回(11月下旬～12月上旬) ▲ モデル決定			第3回(2月中) ▲ 報告書案	報告書取りまとめ ▲

北海道の白糠町

「防災無線」をとりまく現状

01 白糠町の地勢



北海道の東、釧路市と十勝に隣接した釧路総合振興局の南西部に位置し、阿寒富士を頂点にした山林と丘陵地が連なり、南は太平洋に面しています。一次産業を基幹とした773.13km²(東西38.6km、南北50.5km)を有する広大で自然豊かな町です。海岸沿いに白糠市街地、西庶路及び庶路市街地が形成され、住宅が密集しており、各市街地から伸びる三つの大きな沢に住宅が点在しています。7月末の住民基本台帳の数字では、4,190戸、8,124人。(男3,794人、4,330人)平成27年度末で65歳以上の高齢者は37.5%となっています。



紫蘇焼酎鍛冶のふるさと、冷涼で日照時間も長く、豊かな水産資源、農畜産と加工、再生エネルギーの拠点！

02 白糠町の災害（河川氾濫/土砂災害）

我が町は、災害の多いマチです。昭和27年からの災害記録104件のうち、大雨と台風の被害は70件を数えます。

総雨量100mm、時間当たりでも降雨が30mmを超えると河川氾濫により床上浸水や土砂災害が毎年のように発生していました。

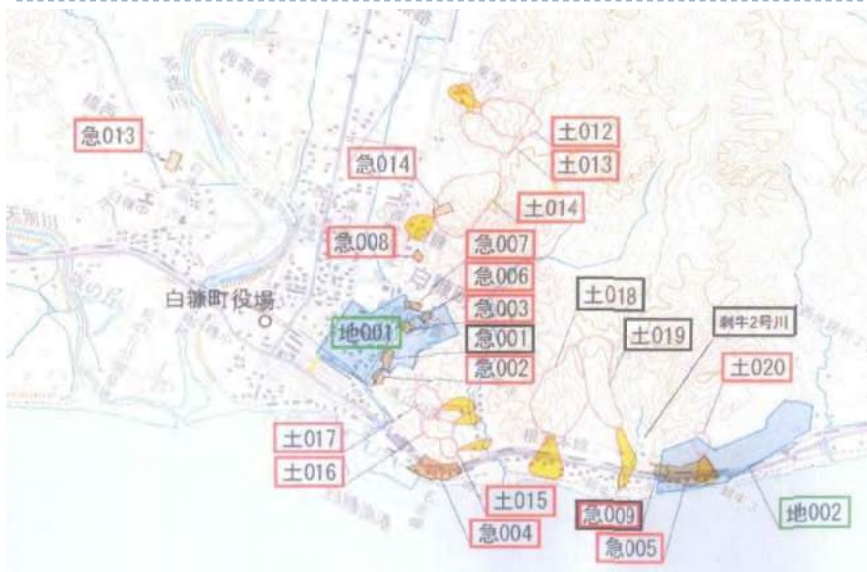


平成24年10月には24時間解析量200mm、最大時間雨量50mm超が2回降り、床上、床下浸水の被害をはじめ、国道38号、JR根室本線が土石流等で通行止めとなりました。



-2-

03 白糠町の災害（土砂災害警戒区域）



※土砂災害危険区域
急＝急傾斜地崩壊危険地域
土＝土石流危険渓流
地＝地すべり危険箇所

総面積の83%が林野で、平地が少なく、住宅には山が迫り43カ所の土砂災害危険区域、192箇所の山地災害危険地区を北海道が指定しており、大雨の度にその警戒にあたります。

-3-

04 白糠町の災害対策（洪水、浸水害）

町内に2本の2級河川（茶路川と庶路川）が流れています。

大雨になると河川から逆流しないように樋門を閉めてしまいます。そのために内水氾濫しないよう、10年をかけて樋門の整備と河口9箇所に排水用ポンプを整備し、大雨・洪水警報発表の際には、職員が稼働の操作を行っています。



-4-

05 白糠町の災害（平成5年 釧路沖地震）

平成5年に発生した釧路沖地震では、全壊2件、半壊3件、負傷者87人に上りました。



これまでは、消防団員招集に使う有線の同報スピーカー13基を使い、住民に防災情報を伝達していました。



○消防団緊急伝達システム
※高さ13メートル
※音達範囲500メートル

-5-

津波浸水エリア



その甚大な被害を目の当たりにし、更に翌24年6月に北海道が公表した「津波浸水予測図」をみて愕然としました。

最大クラスの地震による津波高は15.3 mから22.4m。その浸水エリアは、市街地をほぼ飲み込み、到達時間は、おおよそ30分。

○“想定外を想定内に” “逃げるが勝ち！” “自己責任で20分以内に避難する”
これらのことを前提に様々な整備を進めてきました。

07 白糠町の地震・津波災害対策



平成23年の東日本大震災を契機に、津波対策として新たに高台に津波指定避難場所15箇所を造成、非常用備蓄品の整備、学校施設(庶路小学校、庶路中学校、庶路保育園、庶路幼稚園、子育て支援センター)の高台移転に加え、町内13箇所に設置していた消防団緊急伝達システムを見直し、屋外拡声局40局を始めとする防災行政無線(同報系)設備、潮位監視カメラ、一部、公共施設に戸別受信機の整備を行ってきました。

●高台の指定避難場所には備蓄品コンテナを整備



寝具	毛布	50
	寝袋+段ボールマット	20
	トイレ用簡易トイレ	20
	簡易トイレ(トイレ用便座)	2
衛生用品	トイレ袋(畜尿・畜使用)	100
	ポット消毒剤	2
	トイレトイレットペーパー	12
	アロマキャンドル(お香)	1
照明	投光器(ハロゲン灯300W)三脚コード入	1
	トランシーバー(30m)	1
	小型発電機	1
	屋外テント	1
暖房	屋外ストーブ	2
	(イタチ・タヌキ・クサビ・おが屑13kg・ひばさみ2本)	2
	薪(10kg)	8

08 白糠町の防災情報伝達（１）



①防災行政無線（同報系）は、緊急を要する津波浸水エリアに整備。
（屋外拡声40局）

【課題】

南北50kmを網羅するだけの施設整備は財政負担が大きく、財源確保が難しいため、山間部は未整備。屋内への音達不全の声もある。近年の住宅環境や気象状況によっては聞き取り難く、苦情を生じている

②戸別受信機を町内要支援者利用施設、学校、不特定多数が利用する施設31箇所に整備。

【課題】

同報系整備エリアへの整備を考慮したが、高額な整備費用及び運用費用、電波の利得の悪さなどから限定的な整備となった。

※ ①及び②の整備費用は、3億8500万円（補助率50%）

※ 拡声子局：高さ15メートル、音達範囲 500メートル

※ 戸別受信機を全戸整備した場合

（屋外用ポールアンテナ含む）

（山間部用再送信局費用は含まない）

@80, 000円×4, 200戸×1. 08=3億6, 288万円

-8-

09 白糠町の防災情報伝達（２）

■他に整備、運用をしているもの

- ・移動系無線「アナログ機」から「デジタルIP機」（※携帯電話電波帯を使用する無線機への更新
- ・エリアメールや広報車、個別訪問等での情報伝達

■これまで検討したもの

- ・近隣自治体にあるコミュニティFMの運用相乗り

【課題】

Jアラート放送の自治体ごとの優先順位がシステムとして輻輳する可能性がある

- ・280MHz帯戸別受信機の導入

【課題】

機器は安価だが、バックアップの衛星回線の維持費が高額

- ・IP無線機の屋外拡声転用

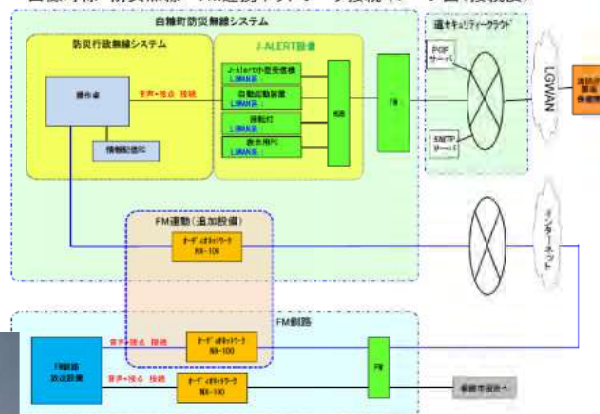
【課題】

技術的には可能だが運用可能な商品が無い。

■いずれも現実的に

実現が難しい。

白糠町様 防災無線-FM連携ネットワーク接続イメージ図（接続後）



-9-

10 白糠町の災害（平成28年8月台風災害）

平成28年8月には、台風7号、11号、9号、10号と2週間の間に4つの台風が本町を襲い、強風による停電をはじめ、7号、10号では茶路川が氾濫危険水位を超えました。建物の一部損壊、町道11路線、林道9路線、河川護岸決壊等の被害がありました。



同じ台風被害を受けた道央や昨今の九州地方のように、時間あたり50mmや80mmの降雨の直撃を受けた場合、我が町はひとたまりもありません。

より一層、住民に避難してもらうために、瞬時に伝達してもらうことが大きな課題となっています。



-10-

11 「防災無線」をとりまく現状

- ▶ 防災行政無線の整備は国のご理解とご協力により整備を進めてまいりました。

○防災行政無線（屋外拡声）にも一長一短があります。

- ▶ 雨や強風などで気象条件により、聞こえづらい、聞こえないという声があります。
- ▶ 気密性の高い北海道の住宅で室内では、聞こえづらい、聞こえないという声があります。
- ▶ 全町を網羅するには、人口の少ない山間部も整備することとなり、整備経費が膨大となります。戸別受信機の整備も同様です。

○戸別受信機にも課題があります

- ▶ 住宅の機密性の高さや周波帯の特性から電波の利得が得られず、屋外アンテナの施工が必要となり、整備には、高額な機器単体に更に費用がかかります。
- ▶ 戸別受信機は、屋外に居る方には放送を伝えることはできません。

白糠町の喫緊の課題は、
防災行政無線（屋外拡声）だけでは情報伝達の対応は難しく、
屋外も屋内も瞬時に確実に伝達する必要があります。
そのためには、防災行政無線（屋外拡声）と戸別受信機の両方を整備し、
防災行政を推進する必要があります。

-11-