

小電力無線システムの高度化に関する調査検討 報告書

平成 28 年 3 月

小電力無線システムの高度化に関する調査検討会

まえがき

我が国の 65 歳以上の高齢者（以下「高齢者」という。）人口は 3372 万 3 千人（平成 28 年 1 月 20 日総務省統計局）で、総人口に占める割合は 26.6%となり、人口、割合共に過去最高となっております。前年同月（3281 万 1 千人、25.8%）と比べると、91 万 2 千人、0.8 ポイント増と大きく増加しており、「75 歳以上人口」も 1629 万 8 千人（12.8%）で 8 人に 1 人と高齢化が進行しております。

地域社会では、少子化も相まって、高齢者の一人暮らしや高齢者のみの世帯などが多く点在する地域が顕著となっております。また、高齢者の独居化が進み、「孤独死（孤立死）」が多発、2013 年度は 1300 人超と報道されるなど、近年、社会問題となっております。こうした中、地域コミュニティでは、高齢者世帯の安否確認や通常の連絡手段に加え非常時に利用できる、安価で簡単な操作で利用できる通信手段が求められております。

このようなニーズに利用可能な無線システムとしては、安価でかつ無線局の免許手続が不要な特定小電力無線局が考えられ、一部地域でコミュニケーションの連絡手段として利用されているほか、業務での利用や社会生活活動の補完として多くの利用が行われているところですが、通信範囲が狭いこと、機能が限られていること等から生活圏内でのコミュニケーション・情報伝達手段として有効活用するには十分とは言えないと考えております。

そこで、地域コミュニティにおける情報連絡手段等の手段として高齢者でも簡便に活用できる高機能な無線電話用特定小電力無線システムを実現するための技術的な検討を行うとともに、利用が想定される周波数帯が逼迫していることから既存の無線システムとの共用等についても検討を行い、新たな電波の周波数の有効利用と地域活性化に資することを目的として本調査検討会を進めて参りました。

本報告書は、高齢者等が便利で安心・安全に利活用できる新たな高機能無線電話用特定小電力無線システム（以下「地域コミュニティ無線」という。）について、簡便性・利便性及び周波数の効率的利用性を総合的に考慮した技術的な検討成果をまとめたものであり、今後は本報告書に基づき、地域コミュニティ無線が一日でも早く実現されると共に、多くの地域コミュニティの課題解決に貢献できることを期待しております。

終わりに、本調査検討会にご参加頂き熱心に議論して頂きました構成員各位、ニーズ調査のアンケート及びヒアリングにご協力頂きました熊本市、高森町の皆様に対し、心より感謝申し上げます。

小電力無線システムの高度化に関する調査検討会
座長 福迫 武

目次

第1章 現状と課題	1
1.1 高齢化の現状	1
1.2 地域社会へのかかわり方	3
1.3 地域コミュニティで利用できるシステムの現状	4
1.4 安全安心を目指すシステムの課題	7
1.5 特定小電力無線局の動向	7
第2章 利用シーンとニーズ調査	9
2.1 利用シーン	9
2.2 ニーズ調査	10
2.2.1 概要	10
2.2.2 ニーズ調査の結果	10
2.2.3 ニーズ調査のまとめ	14
第3章 システム検討	15
3.1 要望	15
3.2 構成	18
3.3 機能・性能	20
3.4 まとめ	26
第4章 実証試験	27
4.1 試験装置の概要	28
4.2 試験項目	31
4.3 机上検討	33
4.3.1 受信感度	33
4.3.2 キャリアセンス	33
4.3.3 隣接チャネル選択度	34
4.3.4 隣接チャネル漏洩電力	34
4.3.5 相互変調特性	35
4.4 フィールド試験	36
4.4.1 周波数帯による比較試験	37
4.4.2 空中線電力による比較試験	41
4.4.3 建物損失試験	46
4.4.4 人体損失試験	49
4.5 既存システムとの共用検討	53
4.5.1 概要	53
4.5.2 検討方法	53

4.5.3 検討結果	55
4.5.4 まとめ	60
4.6 機能確認試験	62
4.6.1 無線機の設定	62
4.6.2 確認試験内容	63
4.6.3 機能確認試験のまとめ	65
4.7 周波数帯の選定検討	66
4.8 空中線電力の検討	67
4.9 送信時間とチャネル数の検討	70
第5章 提言	74
5.1 技術的条件	74
5.1.1 一般条件	74
5.1.2 送信設備	75
5.1.3 受信設備	75
5.1.4 制御装置	76
5.1.5 空中線等	76
5.2 普及方法など	78
5.2.1 利用の整理	78
5.2.2 広報	82
5.2.3 制度・体制	82
5.3 地域コミュニティ無線の特徴を活かすために (デジタル簡易無線等からの流入防止策)	84
5.3.1 技術的側面からの対策	84
5.3.2 運用面からの対策	85

第1章 現状と課題

1.1 高齢化の現状

平成 27 年 8 月 1 日時点の我が国における 65 歳以上の高齢者の人口は、過去最高の 3372 万 3 千人¹となり、総人口に占める割合は 4 人に 1 人の 26.6%となった。総人口に占める 65 歳以上の高齢化率の推移を図 1-1 に示す。出生率の低下により総人口が減少する中で「団塊の世代」が 65 歳以上の高齢者となることにより高齢化率は今後も上昇を続け、平成 47（2035）年に 33.4%で 3 人に 1 人。平成 54（2042）年以降は高齢者人口が減少に転じても高齢化率は上昇を続け、平成 72（2060）年には 39.9%に達して、国民の約 2.5 人に 1 人が 65 歳以上の高齢者となる社会が到来すると推計²されている。また、少子高齢化の進行やライフスタイルの変化等に伴い、一人暮らしや高齢者世帯が増加している。65 歳以上の高齢者のいる世帯は 2357 万 2 千世帯³（全世帯の 46.7%）となっている。このうち、「高齢者の単身世帯」については、図 1-2 に示すとおり 595 万 9 千世帯（同 25.3%）となっている。

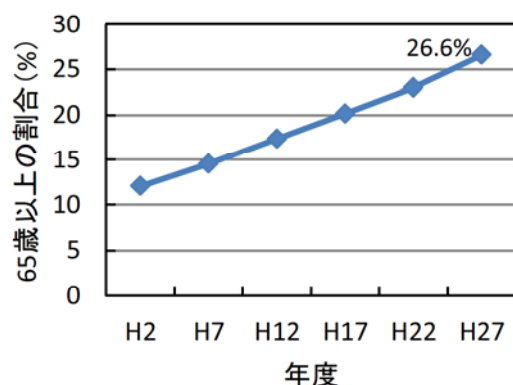


図 1-1 高齢化率の推移

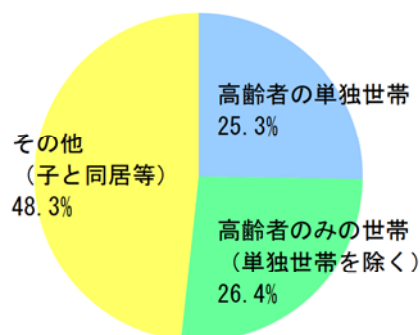


図 1-2 高齢者がいる世帯の構造

60 歳以上の高齢者の会話の頻度について図 1-3 に示す。電話や E メールを含めると「毎日会話」をしている人が全体では 91.6%、高齢者の一人暮らし世帯については男性が 71.3%、女性が 78.0%である。高齢者の一人暮らし世帯については「2～3 日に 1 回」以下の人も多く、男性の単身世帯で 28.8%、女性の単身世帯で 22.0%を占めている。近所づきあいについて図 1-4 に示す。全体では「親しくつきあっている」が 51.0%で最も多く、「あいさつをする程度」は 43.9%、「つきあいがほとんどない」は 5.1%となっている。一人暮らしの男性は「つきあいがほとんどない」が 17.4%と高く、逆に一人暮らしの女性は「親しくつきあっている」が 60.9%と最も高くなっている。病気のときや一人ではできない日常生活に必要な作業（電球の交換や庭の手入れなど）で、頼れる人がいない人の割合について図 1-5 に示す。「頼れる人がいない」人の割合は、全体では 2.4%であるが、一人暮らしの男性では 20.0%

¹ 総務省統計局「人口統計」<http://www.stat.go.jp/data/jinsui/new.htm>

² 内閣府 高齢社会白書「平成 27 年版高齢社会白書」

³ 厚生労働省「国民生活基礎調査」

<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa14/dl/02.pdf> を加工して作成

にのぼることが報告⁴されている。

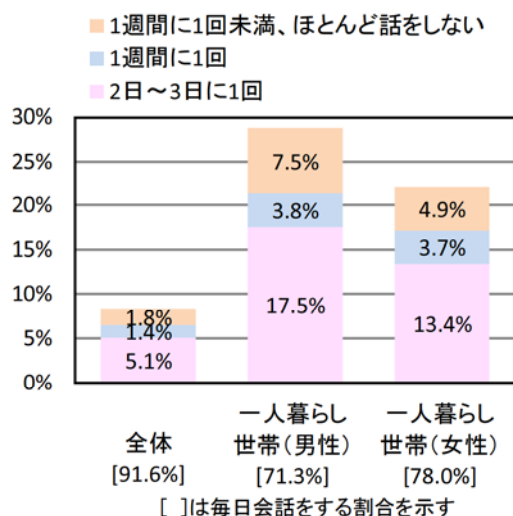


図 1-3 会話の頻度

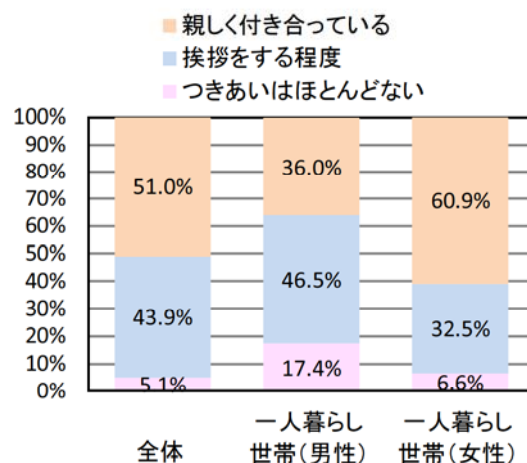


図 1-4 近所づきあいの程度

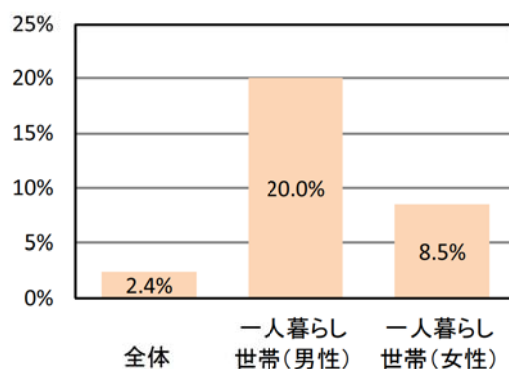


図 1-5 困っている時に頼れる人がいない人の割合

このような現状において、高齢化社会の問題の一つである「孤独死（孤立死）」については、身近な問題だと感じる（「とても感じる」と「まあ感じる」の合計）人の割合は、60 歳以上の高齢者では 2 割に満たなかったが、単身世帯では 4 割を超えている。会話頻度ごとに孤独死の意識調査を行った結果では、「毎日会話する人」は孤独死を身近に感じる割合が 38.2%、感じない割合は 58%だった。その一方、「日常会話は 1 カ月に 1、2 回」という人は、孤独死を感じる割合が 63.4%、感じない割合が 33.4%。「日常会話をほとんどしない人」は孤独死を感じる割合が 53.9%、感じない割合が 42.9%である。身近に顔見知りや、頼れる人がおらず、日常会話が少ない高齢者ほど、孤独死を身近に感じている。東京 23 区内における一人暮らしで 65 歳以上の人の自宅での死亡者数⁵は、平成 26（2014）年に 2,891 人とな

⁴ 内閣府 高齢社会白書「平成 26 年版高齢社会白書」

⁵ 東京都監察医務院「統計データベース 平成 27 年版統計表及び統計図表」

っており、これに基づく推計によれば、全国においては年間 1 万 5000 人程度の高齢者が死後 4 日以上を経て発見されているとするものがある。図 1-6 には独立行政法人都市再生機構が運営管理する賃貸住宅約 75 万戸において、単身の居住者が誰にも看取られることなく賃貸住宅内で死亡から相当期間経過後（1 週間を超えて）に発見された件数（自殺や他殺を除く）を示す。平成 25（2013）年度に 194 件、65 歳以上に限ると 129 件となっている。

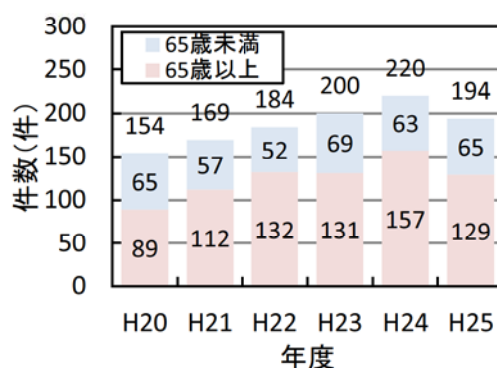


図 1-6 単独居住者で死亡から相当期間（1 週間を超えて）経過後に発見された件数

また、高齢化に伴い認知症患者も増加傾向にあり、現時点（2010 年）では 200 万人程度とわれてきたが、専門家の間では、65 歳以上人口の 10%（242 万人程度）に達しているとも言われている。今後、高齢者人口の急増とともに認知症患者数も増加し、2020 年には 325 万人まで増加すると予想⁶される。認知症やその疑いのある行方不明者（徘徊老人）として届けられた人数については、平成 26 年度で 10,783 人⁷（対前年 4.4%増）となっている。

1.2 地域社会へのかかわり方

高齢化の現状調査より、高齢者の孤独死に対する不安を解消するための一つ的手段として、日常会話によるコミュニケーションを図ることや、頼れる人が近くにいることが有効な手段の一つであると考えられる。地域社会へのかかわり方についての現状については、日頃、社会の一員として何か社会のために役立ちたいと思っている人の割合⁸は 66.1%であり、その内容は図 1-7 に示すとおり、「社会福祉に関する活動（老人や障害者などに対する介護、身の回りの世話等）」を挙げた人の割合が 37.5%と最も高く、その次に「自然・環境保護に関する活動（環境美化、リサイクル活動等）」が 32.8%、「町内会などの地域活動（お祝い事や不幸などの手伝い、町内会や自治会などの役員、防犯や防火活動等）」が 32.2%、「自主防災活動や災害援助活動」が 28.5%の順であった。

⁶ 厚生労働省「みんなのメンタルヘルス」

http://www.mhlw.go.jp/kokoro/speciality/detail_recog.html

⁷ 警察庁ウェブサイト

<https://www.npa.go.jp/safetylife/seianki/fumei/H26yukuehumeisha.pdf>

⁸ 内閣府 世論調査「社会意識に関する世論調査」（平成 27 年 1 月調査）を加工して作成

地域での付き合いについては図 1-8 に示す通り、「住民全ての間で困ったときに互いに助け合う」と答えた人の割合が 46.3%、「気の合う住民の間で困ったときに助け合う」と答えた人の割合が 24.2%で、併せると 7 割近い人たちは、「困ったときに地域社会で、助け合いたいとの希望を持っている」ことが調査によって示されている。今後ますます進行すると予想されている高齢化社会に対しては、このような社会貢献に関する活動をより充実させ、高齢者の孤独死を予防するようなコミュニケーションの実現や徘徊老人に対する捜索援助などが近所や地域で整備されることが重要であると考えられる。そのためには連絡手段として利用できる無線システムが求められている。

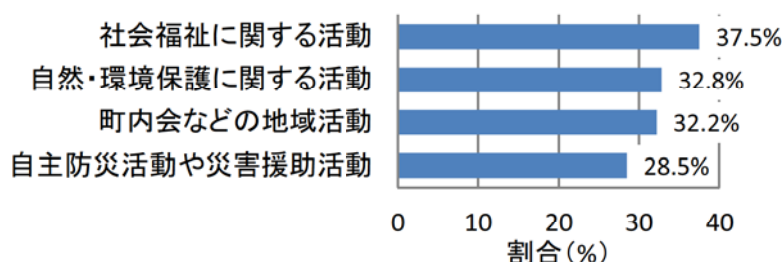


図 1-7 社会貢献したい内容

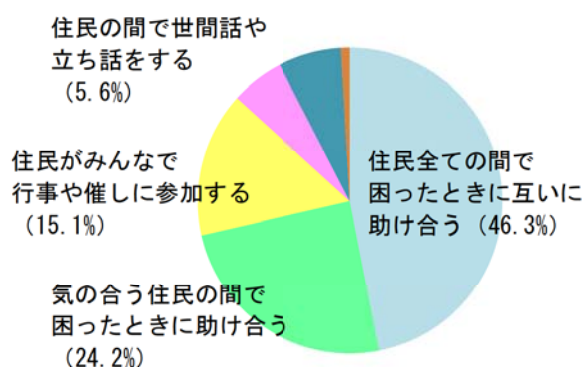


図 1-8 望ましい地域でのつきあい方

1.3 地域コミュニティで利用できるシステムの現状

高齢者の孤独死を予防する見守りや徘徊老人を捜索したり、地域コミュニティの情報を伝達したりするシステムやサービスについては多くのものがある。表 1-1 には代表的なシステムやサービスを示すと共に、機能等の項目に対する優位な点等をまとめた表である。なお、多種多様なシステムやサービスがあるため、優位な点については必ずしも全てが合致しないと考えられるが、代表的と考えられるシステムとして示している。

防災行政無線や町内放送設備については、街中等に設置されたスピーカ等から音声が行きわたることにより、情報を通知するものであることから同報性について高いシステムとなっている反面、個別内容の通話は行われず。また、基本的には通信は一方方向であり、情報のやり取りは出来ないものが一般的である。

普及の進んでいる携帯電話やトランシーバー（デジタル簡易無線局など）については、その形状が小型化されていることにより機動性が高く、双方向の音声通話やデータ通信が可能である。ただし、お互いの連絡先を事前に知っておく必要や携帯電話やスマートフォンを利用した SNS については内容を閲覧するために事前登録などの準備が必要である上、これらのシステムでは通信費や電波利用料等のランニングコストが掛かる。

その他、携帯電話回線を利用した小型無線機による位置情報の取得や家族の生活状況を見守ることができるサービスについては、無線機を持たせることから個別性や機動性は高いが、無線機に登録された相手にのみ通知されることや新たな通信料や月額基本料金などが掛かる。また、自治体などが実施している地域住民の互助による支援サービスや情報発信サービスについては、利用者がすでに所有している携帯電話等を使ったサービスであることから新たな費用は発生しないが、事前登録された利用者だけによるサービスとなる。

表 1-1 代表的なシステムやサービスによる比較

システム	広域性	同報性	個別性	機動性	双方向性	操作性	コスト
防災行政無線	◎	◎	× 同報のみ	○	△ 機種依存	× 自治体職員による操作	× 自治体が設置
町内放送設備	△	◎	× 同報のみ	△	× 一方向通信	○	△
携帯電話 SNS	○	× 同報通話無し SNS は登録者のみ	△	◎	◎	△ 事前登録や閲覧操作が必要	× ランニングコスト
トランシーバー等	△ 他システムより狭い	△ 指定相手のみ	○	◎	◎	△ 操作に慣れが必要	× ランニングコストが必要なものもある
見守りサービス	○	△ 登録者のみ	◎	◎	△ 機種依存	○	× 新たな通信料が必要
情報発信サービス	△ 互助活動	△ 登録者のみ	○	○	△ 公共機関への報告のみ	△ 事前登録や閲覧操作が必要	○ 携帯等を利用のため所有率が高い

このように、高齢者を見守るシステムやサービスは多くのものがある。利用目的や使用状況により項目の内容や項目自体の優先度については変わると思われる。

ここで、見守りシステム等の導入事例として、熊本市西区における取り組みを示す。熊本市西区では、人口の減少、空き家の増加に加え、高齢化が進み高齢者の独居や高齢者夫婦世帯の増加が問題となっている。また、近年では、集合住宅の増加による地域コミュニティに対する意識の希薄化や個人情報意識の高まりによる住民情報把握の困難化、地域コミュニティの担い手不足や地域の情報伝達や周知手段がない現状である。熊本市において

地域コミュニティの活性化施策として、スマートひかりタウン熊本プロジェクト⁹、くまもとわくわく Web タウン、高齢者安心支援事業（緊急通報システム）、地域コミュニティ支援助成などが行われている。高齢者安心支援事業は、ひとり暮らしなどで見守りが必要な高齢者等に対し緊急通報装置を貸与し、高齢者の安否確認や急病などの緊急時に、近隣住民及びボランティアなどで構成するネットワークの支援のもと、緊急通報センターと連携し、迅速かつ適切な対応を図るものであり、平成 26 年度末で利用者は 1,009 人であった。その他、地域コミュニティへの支援活動として、地域住民が主体的に地域課題の解決や地域コミュニティの活性化に取り組み、安全で安心して暮らすことのできる自主自立のまちづくりの推進を支援する地域コミュニティづくり支援補助金や結成された自主防災クラブに対し、防災資機材の現物支給を行う自主防災クラブ助成が行われている。

熊本市西区城西校区では、校区内全 11 町内の自治会役員を中心に自主防災クラブ連合会を結成した。平成 23 年には災害時に輻輳して使用できなくなる携帯電話に変わってトランシーバー（デジタル簡易無線）を 17 台購入して、情報を各町内の責任者から地区の責任者へ伝達し、自主防災クラブ連合会本部へ集約する体制を整備している。

熊本市における事例から見ても、トランシーバーを用いた連絡体制の整備、通報装置の貸与や Web 上での登録サービスなど多種多様な対策が取られていることが判る。

⁹ 「スマートひかりタウン熊本」<http://www.hikarikumamoto.jp/index.html>

1.4 安全安心を目指すシステムの課題

高齢化社会の孤独死や徘徊老人の問題に対しては様々なシステムやサービスが利用されてきているが、徘徊老人の位置確認に加え、高齢者世帯の安否確認や通常の連絡手段として利用できる安価で簡単な操作による通信手段が求められている。

孤独死や犯罪被害の通報、徘徊時の連絡や位置検知など、安心・安全な暮らしを実現するためには、町内会や自治体での日頃の近隣住民との緊密なコミュニケーションが重要であることがわかった。高齢者の孤独死に対する不安を解消するための日常会話によるコミュニケーションを図り、徘徊老人等に対する位置検知を実現する無線システムとしては、装置自体が安価でかつ無線局の免許手続きが不要な特定小電力無線局を用いることが有効であると考えられるが、通信範囲や操作性、機能等を考えると現在の特定小電力無線局で必ずしも十分であるとは言えない。また、防災行政無線では通常は双方向での連絡ができないことや携帯電話はランニングコストが必要であるため、求められている安価で簡単な操作による通信手段とならないと考えられる。既存のシステムにおいて適切なシステムがないことから、本調査検討会において、高齢世帯の安否確認等に使える特定小電力無線局の新たなシステムについて、ニーズ調査を実施し必要な機能の整理、使用する周波数帯、既存システムとの周波数共用、技術的条件について検討を行うこととする。

なお、高齢化社会についてこれまで整理を行っているが、町内会や自治体においては高齢者だけでなく、子供の見守りについても必要性が高いと思われる。今回検討する新たなシステムは子供の位置検知やコミュニケーションを図ることにも利用が可能と考えられる。

1.5 特定小電力無線局の動向

地域コミュニティ無線を免許不要で実現するためには特定小電力無線局等とすることが考えられるが、免許を要しない無線局の分類と主な用途について、図 1-9 に示す。近年、免許を要しない特定小電力無線局のうち、テレメータ・テレコントロール用などにおいては、特に鉄鋼・建設分野などの建機のテレコントロールに多く使用されているが、チャンネル不足により必要な通信の確保ができず、課題となっている。150MHz 帯においては、山岳などにおける遭難事故対策として登山者の位置検知や、鳥獣被害対策として狩猟者及び猟犬の位置把握など、新たな利用用途の拡大に対するニーズが高まっているが、同様にチャンネル不足の課題がある。位置検知のシステムについては、920MHz 帯を用いた HITOCOCO や 400MHz 帯の CHEISER といった位置検知システムがある。

一方、400MHz 帯等の免許を要する業務用無線局においては、通信の高度化や周波数の逼迫対策のため、既に狭帯域のデジタル通信方式（ナロー化）が平成 11 年から導入され、順調に普及しつつあるところである。

これらの状況を踏まえ、一層の周波数の有効利用を図るため、免許を要しない特定小電力無線局に狭帯域のデジタル通信方式を導入及び新たな用途の拡大などの必要な技術的条件について現在検討が行われている。平成 26 年度北陸総合通信局では、150MHz 帯の電波を

使用する登山者等の位置検知システムに関する調査検討が実施され、登山者等の位置検知システムの導入に際し、動物検知通報システムとの共用や狭帯域化について検討がなされている。



図 1-9 免許を要しない無線局の分類と主な用途¹⁰⁾

¹⁰⁾ 情報通信審議会 情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会 (第 22 回)

第2章 利用シーンとニーズ調査

本章では、地域コミュニティ無線の利用シーンを想定した上で、利用される方を対象としたニーズ調査の結果について述べる。

2.1 利用シーン

地域コミュニティ無線の利用シーンを図 2-1 に示す。ここでは、地域コミュニティを、同じ地区に居住している住人、知人や家族など深く関係のある人々の集まり、また同じ目的や共有点がある仲間などの集まりと定義する。

地域コミュニティ無線で、家庭や自治会等の地域コミュニティにおいて安価で且つ簡単な操作で無線通信による位置検知や連絡を取り合い、便利で安心安全な地域コミュニティの構築が図れる。

家庭や個人の無線機で通話による連絡やコミュニケーションを図るだけでなく、通信相手の位置を知ることや、無線機器の操作を必要とせずに相手の周辺音声を聞くことが可能である。また、セキュリティや安心・安全面からは、通信の相手を限定することも可能である。近くには他の地域コミュニティが多数存在していても、多くの人々が同時に利用できる。

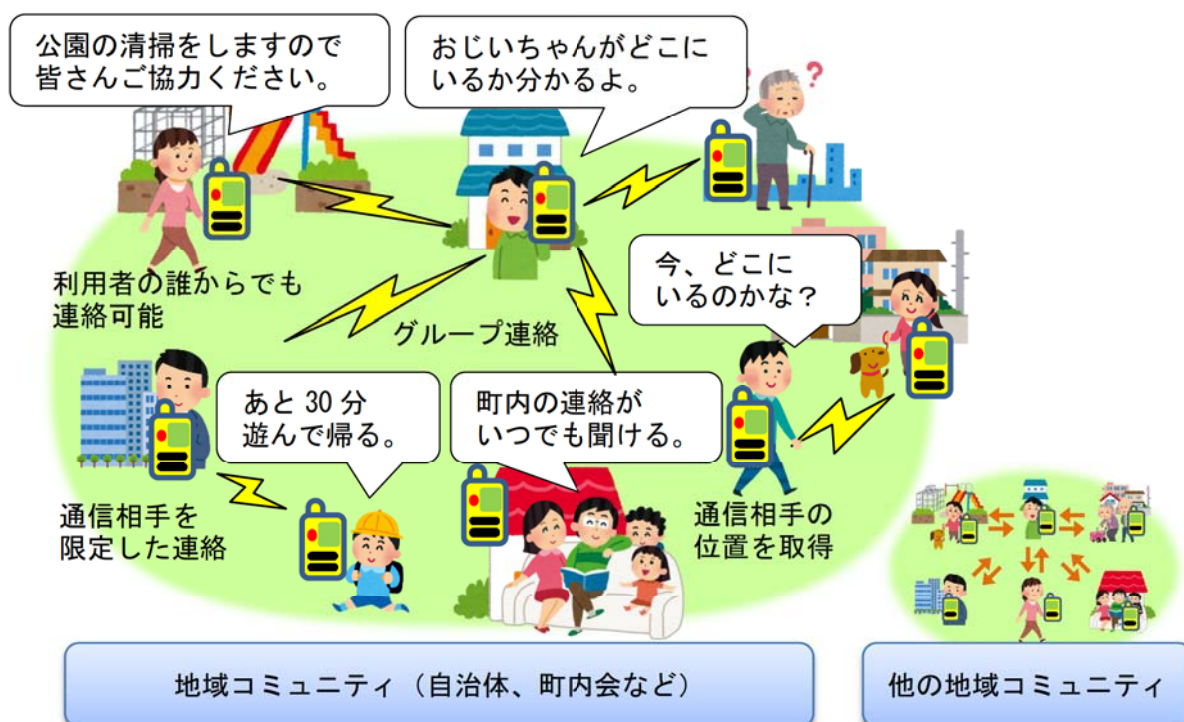


図 2-1 地域コミュニティ無線の利用シーン

2.2 ニーズ調査

近所とのコミュニケーションの取り方や連絡手段、コミュニティで利用できる新たな無線システムに対する要望について、アンケートとヒアリングの手法を用いて実施した。なお、アンケート、ヒアリング用紙の内容及び結果の集計は付属資料5に記載する。

2.2.1 概要

ニーズ調査の実施内容並びにアンケートとヒアリングの実施人数について表 2-1 に示す。

表 2-1 ニーズ調査の概要

実施日	対象者	アンケート 人数	ヒアリング 人数
8/19 (水)	熊本県高森町（町づくり講演会） ※町づくり講演会に参加された住民（一般住民）	13 人※ ¹	—
8/25 (火)	熊本県高森町職員（政策推進課、税務課、総務課、 住民福祉課、生活環境課、教育委員会、農林政策課） +住民 2 名	15 人※ ²	13 人
8/26 (水)	熊本市職員（高齢介護福祉課）、 熊本市西区（まちづくり推進課）	2 人	2 人
8/27 (木)	熊本市西区域西校区 自治会（自主防災クラブ連合） ※自治会長、地区責任者	4 人	4 人
合計		34 人※ ¹	19 人

※¹ 一部アンケート未回答者 4 名含む

※² 住民 2 名のアンケート結果含む

2.2.2 ニーズ調査の結果

（1）コミュニケーションの範囲について

ご近所の方のうち、よくコミュニケーションを取っている方がどの程度離れているかに関する結果を図 2-2 に示す。主にコミュニケーションをとる近所の方との距離は、600m 以下が全体の 88%を占めていた。全体の内訳は 100m 以下が 62%、101～300m が 6%、301～600m が 20%であった。

更にアンケートの内訳を細かく見ると、都市部として考えられる熊本市内でのアンケート結果では、100m 以下が 67%、101～300m が 17%、301～600m が 17%であった。また、郊外地として考えられる熊本県高森町でのアンケート結果では、100m 以下 61%、101～300m が 4%、301～600m が 21%、601～1000m が 4%、1001m 以上が 11%であった。

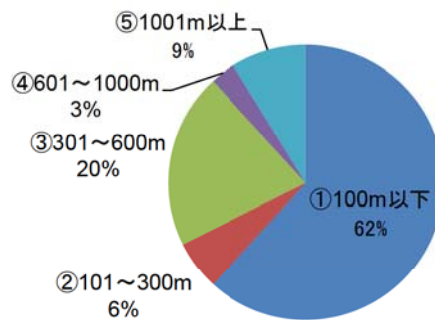


図 2-2 コミュニケーションを図る距離

(2) 位置検知について

無線機のボタンを押下するなどによって、相手の位置検知ができる仕組みの必要性に関する結果を図 2-3 に示す。相手の位置検知ができる仕組みについては 94%が肯定的な意見であった。位置検知を使う状況にもよって必要性が変わるとの意見も挙げられていたが、高齢化社会における認知症等の疑いのある行方不明者の搜索や子供の安全安心を考慮した背景により、必要性が高い結果が得られたと考えられる。

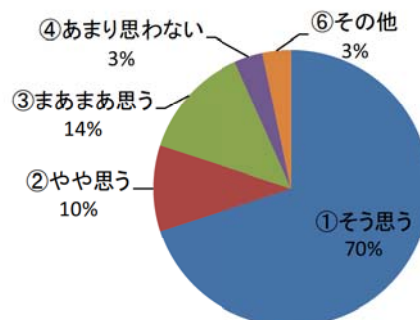


図 2-3 相手の位置を検知することができる仕組みの必要性

(3) 通話について

地域コミュニティ無線を用いたコミュニケーションを行う際、1対1での通話（以下、「個別通話」という。）以外に近所で利用している全員との通話（以下、「グループ通話」という。）を可能とする仕組みの必要性に関する結果を図 2-4 に示す。グループ通話については、72%が肯定的な意見であった。アンケートにおいても老人会や婦人会などの集まりが結構あるので、関係者全員と連絡が取れると便利であるとの意見も挙げられていた。

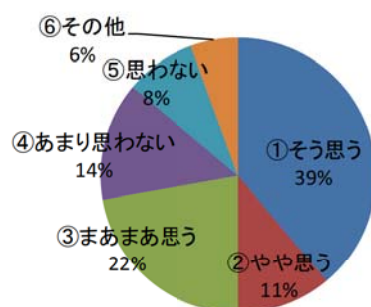


図 2-4 近所全員との連絡ができる仕組みの必要性

また、いざという時に近所の住民がすぐに駆けつけてくれるような仕組みの必要性はアンケートでは90%が肯定的な意見であり、それを実現するために必要と考えられる個別通話やグループ通話以外の不特定多数の相手に連絡（以下、「一斉通話」）できる仕組みの必要性については図 2-5 に示す通り90%が肯定的な意見であった。

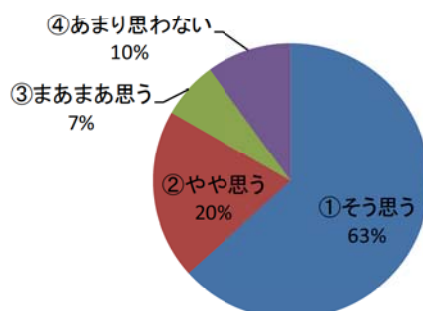


図 2-5 特定又は不特定の相手に連絡ができる仕組みの必要性

その他、無線機のボタン押下ができない状況において、身の回りの音声等を知らせる仕組み（以下、「周辺音声取得」という。）の必要性に関する結果を図 2-6 に示す。周辺音声取得については、94%が肯定的な意見であった。

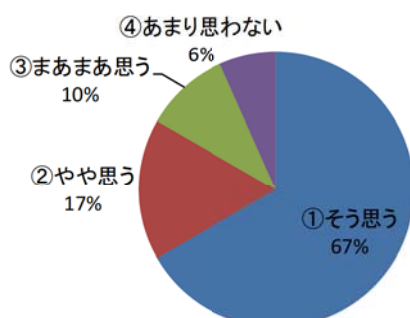


図 2-6 身の回りの音声を知らせる仕組みの必要性

(4) 通話時間について

コミュニケーションを図るに当たり、一回あたりに必要な通話時間の設問に対する結果を図 2-7 に示す。1 回の通話時間は 20～40 秒が全体の 80%を占めていた。全体の内訳は 20～30 秒が 45%、30～40 秒が 35%、30～60 秒が 10%、60 秒が 5%、3 分が 5%であった。

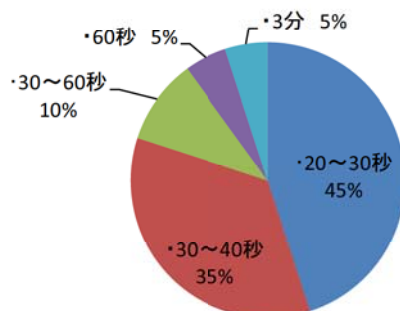


図 2-7 1 回あたりの通話時間

(5) 簡単操作について

アンケートやヒアリングを実施する中、無線機の操作に関しては、会話を行うこと自体が難しい人もいたため、高齢者が使いこなすのが難しいとの意見が多数挙げられていた。無線機の必要な機能については全般的に肯定的であるものの操作に不安を感じている方が大勢いることが判った。また、老人会や婦人会等の集落の連絡はかなりの頻度で行われているので、誰でも使える無線機であれば便利な連絡手段として利用したいとの要望も挙げられていた。

2.2.3 ニーズ調査のまとめ

アンケート及びヒアリングの結果では、地域コミュニティ無線への肯定的な意見が多く得られ、地域コミュニティ無線に対する期待が非常に高いことを確認することができた。また、アンケート及びヒアリングにより地域コミュニティ無線に対する要望や必要な機能についても把握することができた。アンケート及びヒアリングで得られた結果のまとめを表 2-2 に示す。特に位置検知や周辺音声取得、一斉通話のニーズの高さを把握することができ、地域コミュニティ無線には必須の機能であると考えられる。また、必要な通信距離についてもコミュニケーションの範囲から概ね把握することができた。これらの結果を基に、地域コミュニティ無線に必要な機能や空中線電力等の技術的条件の検討を行う。

表 2-2 ニーズ調査のまとめ

項目	内容
必要な通信距離 (地域コミュニティの範囲)	600m 以下の回答が全体の 88%であった、その内訳を細かく見ると、都市部である熊本市での結果は 100m 程度 (67%) であり、郊外地である高森町での結果は 600m 程度 (86%) であった。このことから、コミュニケーションを図る距離としては、都市部で 100m 以下、郊外地で 600m 以下として検討を進める。
位置検知	位置検知ができる仕組みの必要性は 82%であった。このことから、無線機の操作により、相手の位置を知ることができる機能を設けることが必要として検討を進める。
通話 (グループ通話)	グループ通話ができる仕組みの必要性は 72%であった。このことから、無線機の操作により、特定された多くの相手との音声通話ができる機能を設けることが必要として検討を進める。
通話 (一斉通話)	いざという時の不特定多数との通話ができる仕組みの必要性は 90%であった。このことから、無線機の操作により、近くにいる不特定多数の相手との音声連絡ができる機能を設けることが必要として検討を進める。
通話 (周辺音声取得)	周辺音声取得ができる仕組みの必要性は 94%であった。このことから、無線機の操作により、相手の周辺音声を取得できる機能を設けることが必要として検討を進める。
通信時間	ニーズ調査で 80%を占める一回当たりの必要な通話時間である 20～40 秒を満足するために、地域コミュニティ無線の必要通話時間を 40 秒以下として検討を進める。
簡単操作	地域コミュニティ無線へ要望する機能を実無線機に具備した際、実際に使いこなせるか不安である意見が多数挙げられていることから、無線機の操作が簡単となる仕組みが必要として検討を進める。

第3章 システム検討

本章では地域コミュニティ無線のシステムに求められる機能や性能について述べる。

3.1 要望

ニーズ調査の結果や利用シーンを踏まえ、地域コミュニティ無線に対する要望を機能性、操作性、安全性、経済性、その他の項目で整理を行う。

(1) 機能性

地域コミュニティ無線には、通信相手の位置がわかることや無線機の操作をさせなくても相手の周辺音声が行けることといった高機能化の要望がある。相手の位置を知るためには GPS 等を利用する方法や、相手からの電波強度を測定して方位や距離を求める方法があり、このような機能を用いて実現することが望まれる。

また、円滑な連絡ができる通信距離の確保について、具体的な通信距離についてはニーズ調査で得られているが、地域コミュニティ無線は家の中で使用することもあることから、通信距離だけでなく屋内でも使えることも考慮する必要がある、十分な通信距離を確保できる無線機が望まれる。ただし、屋内では GPS が受からない、また精度が悪いという懸念があり、電界強度による強度で距離を推定する機能の併用が望まれる。

(2) 操作性

地域コミュニティ無線の利用者は、携帯電話やスマートフォンを操作したことがあったとしても、トランシーバーなど無線機を操作したことがない人も多いと思われる。コミュニケーションを図るためには、情報の受信だけでなく発信を行うことが重要であることから、だれもが直感的にかつ簡単に操作できることが望まれる。

一方、簡単操作を実現するためには、あらかじめグループやチャンネル等の設定を行っておく必要があり、ある程度無線機の操作に熟練した人や販売店等において設定作業ができるよう、設定のための無線機やツールも用意されることが望まれる。

(3) 安全性

地域のコミュニケーションで利用されることになるが、携帯電話やスマートフォンのように通信の相手が行わかることで安心して利用できることから、着信時に通信の相手が行わかることや不在時の着信履歴が表示されることが望まれる。

また、通信の相手は地域コミュニティ内の知り合い等であるが、通話内容が他者に聞こえないように十分配慮されることが望まれる。

その他、多くの利用者があることから、障がい者等も利用できるようにブザー、バイブレーション、LED 等の利用者に優しい機能があることが望まれる。

（４）経済性

地域コミュニティの規模は自治体や町内会によってさまざまであるが、導入時には複数台の購入が必要であると思われる。そのため、高額となる場合もあり、導入の障害となることが予想される。１台当たりの購入価格の低廉化に加え、導入時の補助金制度などが整備されることが重要となる。購入価格を抑えるためには量産効果や汎用製品の利用が重要であり、普及に向けた販売活動などを検討することが必要となる。

また、導入後もランニングコストが掛かる場合には利用者の負担となるため、通信料などが発生しないことが望まれる。ランニングコストを掛けないためには無線局免許不要であることが望まれる。

（５）その他

その他、地域コミュニティ無線として、普段から持ち出しやすいように小型、軽量であることや、高齢者による電池交換作業が困難とのニーズ調査での意見から、バッテリー内蔵として充電が容易であることが望まれる。

免許や資格については、ニーズ調査ではどちらでも構わないという結果であったが、誰もが使えるものであることは利便性が高く、地域コミュニティ無線の普及にもつながりやすいことから無線従事者等の資格がなくても利用できることが望まれる。

これらの要望を表 3-1 にまとめる。また、要望の項目の関係性を図 3-1 に示す。機能向上、多機能化や安全性を充実させることにより、一般的には無線機の操作性が複雑さを増す上、機器部品の増加による重量や製造コストが上昇すると考えられる。地域コミュニティ無線の商用化にあたっては、これら背反する要望に対して、無線機のラインナップを設ける対策や要望をどこまで盛り込むかの折り合いをつけるかが課題となる。

表 3-1 地域コミュニティ無線に対する要望一覧

項目	要望
機能性	相手の位置がわかること（位置検知）
	音声によるコミュニケーションがとれること（音声通話）
	通信相手が無線機を操作しなくても周辺の音声聞けること（周辺音声取得）
	円滑な連絡ができる通信距離が確保されること
	屋内でも使えること
操作性	操作性が良い（取扱説明書を読まなくても直感的、わかりやすく操作できること）
	直感的に分かりやすい大きな表示であること
安全性	通信相手がわかること
	通信内容が簡単に漏えいしないこと
	障がい者等の利用ができること
経済性	導入が安価であること
	ランニングコストが不要であること
その他	小型、軽量であること
	充電が簡易であること
	防水であること
	免許・資格が不要であること



図 3-1 一般的な要望項目の関係

3.2 構成

要望と利用シーンを踏まえ、地域コミュニティ無線の機能のうち、音声通話、位置検知および周辺音声取得における構成を検討する。まず、音声通話における構成を図 3-2、図 3-3、図 3-4 に示す。1 対 1 の個別通話や 1 対 N のグループ通話についてはこれまでの他の無線機等と同様の動作となる。送信する無線機を操作し、通信を行いたい相手を選択することで、個別通信とグループ通信を使い分けることになる。また、通常は無線機に登録されている相手やグループに対して通話することになるが、一斉通話は個別やグループを越えて近隣に存在する全ての無線機で音声が行きわたることとなる。



図 3-2 個別通話

図 3-3 グループ内通話

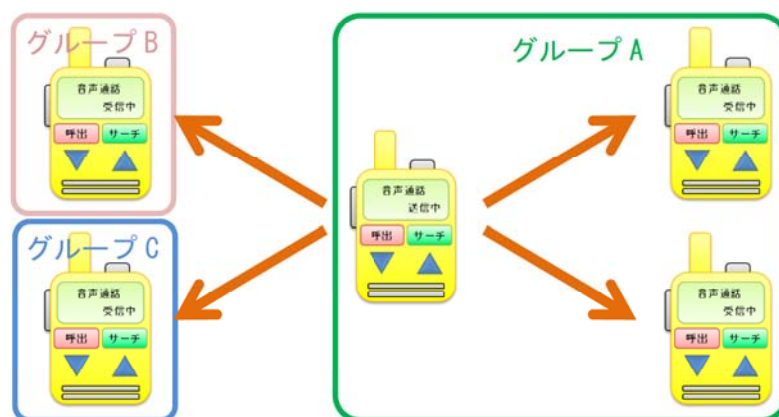


図 3-4 一斉通話

次に、位置検知における構成を図 3-5 に示す。位置情報を知りたい無線機から位置情報を送信させる制御信号等を特定の無線機に送信し、制御信号等を受信した無線機から要求のあった相手に対して位置情報を送信する。ここでは、位置情報の測位は GPS 衛星を用いる。無線機は定期的又は必要な都度 GPS を測位することで、位置情報の要求に応答ができる上、位置情報を受け取った無線機では自分の位置情報と計算することにより、相手の無線機との距離や方位を表示することが可能となる。無線機の LCD 上では表示できる情報に限りがあることから、より便利な使い方としては USB や Bluetooth 等を用いて普及の進ん

でいるスマートフォン等と無線機を接続させ、周辺の地図と相手の無線機の位置を同時に表示させることにより直感的な位置表示ができることが望まれる。もし、相手の無線機の位置情報が表示されない場合には、電波が届く範囲内に相手の無線機が存在している可能性が低いと考えられ、搜索などの場合には位置情報を知りたい無線機を適宜移動させることが有効な手段となる。



図 3-5 相手の位置を表示（測位方式に GPS を利用する）

最後に、周辺音声取得における構成を図 3-6 に示す。位置情報の取得と同様に、周辺音声を取得したい無線機から周辺音声取得の制御信号等を特定の無線機に送信し、制御信号等を受信した無線機から要求のあった相手に対してのみ音声通話の状態とさせる。これにより、周辺音声が届けるようになる。相手の無線機ではボタン操作等を必要とせず、音声通話となることから無線機の操作に不慣れな利用者に対して有効な機能となる。一方では、安全安心のためには周辺音声取得を可能とする相手の情報が双方の無線機に事前に登録されている等の運用条件を設ける対応が必要である。



図 3-6 相手の周辺音声を取得

3.3 機能・性能

要望や構成を考慮して、それぞれの機能や性能等について示す。

(1) 通信方式・通信内容

地域コミュニティ無線の位置検知や音声通話の機能を使う個別通信やグループ通信などの利用シーンを想定すると、単向通信方式、単信方式又は同報通信方式が必要となる。なお、音声通話の使い勝手を優先させる場合には、携帯電話のように送信と受信を同時に行う複信方式も考えられる。複信方式を用いる場合には時分割複信や周波数分割複信などを利用することで実現することが可能ではあるが、時分割複信の場合は送受で同期を取る必要があることや通信内容を時間軸上で圧縮させるなどの回路が必要となり、一般的にやや複雑であることと遅延時間が発生すると言われている上、無線機の価格も高くなる。また、情報量も倍になることから、地域コミュニティ無線の利用を想定すると、狭帯域化が図られている特定小電力無線局の 6.25kHz 帯域幅では実現が難しく、12.5kHz 帯域幅が必要となる。周波数分割複信の場合には同期の必要性がないことと回路規模は小さくてすむが、送受信で周波数帯を分けることから回線数の増加によりチャンネル数の不足や送受信に分離する帯域フィルタ回路が必要となる。地域コミュニティ無線の様な無線機は、基本的にスピーカで大きな音を鳴らすことになるが、複信方式を用いると、スピーカからの音がマイクに入るため、ハウリングを起こす。その対策には、同時通話の場合はイヤホンを使うことも考えられるが、高齢者や子供はイヤホンでは使いにくいと思われる。最近では DSP で信号処理してハウリングを起こさないようにした無線機も販売されているが無線機の価格が高くなる。その他、無線機のコーデックがエンコードとデコードが必要となり、消費電力が大きくなる。以上のことから、複信方式は検討しないこととする。

通信内容は、位置情報や端末 ID を示すデータ若しくは声によるコミュニケーションのための音声通話となる。なお、通信速度については基本的には最新の位置情報を送受信であれば 2400bps 程度で十分であるが、音声の場合は 4800bps 程度必要となる。変調方式を 4 値 FSK とすることにより、チャンネル間隔を 6.25kHz の狭帯域化にすることができ、貴重な資源である周波数の有効利用が図れる。また、データについて必要とされる性能等については、登山者等位置検知システム¹¹も合わせて参考とする。

(2) 用途

地域社会における住民同士のつながりである地域コミュニティにおいては、相手の位置情報を知りたい要望が非常に高いことから、位置情報に関する通信を必ず行うものとする。また、コミュニケーションを図るために音声による連絡が行えるものとする。これらの用途を満たす無線機を地域コミュニティ無線とする。なお、地域コミュニティ無

¹¹平成 26 年度北陸総合通信局「150MHz 帯の電波を使用する登山者等の位置検知システムに関する調査検討」平成 27 年 3 月

線の利用者は利用シーンに示した通り、無線機の操作に詳しい人に限らず無線機の操作が苦手と考えられる高齢者や子供なども含まれる。

(3) 通信範囲

地域コミュニティの規模によって通信範囲は異なることが予想されるが、ニーズ調査の結果より、ある程度の高層ビルやマンションが立ち並ぶ都市部では 100m 程度、低層の家屋が疎らにあるような郊外地では 600m 程度が地域コミュニティの必要な通信範囲であることが判った。ニーズ調査では住宅地等における市街地の通信範囲については把握することはできなかったが、都市部と郊外地における通信範囲を参考として、市街地での通信範囲を 400m 程度とする。なお、地域コミュニティ無線は屋外の利用だけでなく、屋内での利用もあることから、送受信共に屋内での利用を想定した通信範囲とする。

(4) 位置検知

位置検知については、位置を知りたい側の無線機からの要望に応じる機能と自らが指定した相手に位置を送る機能が具備されることが行方不明者の搜索や独居者の状態確認等を行う上で重要となる。この位置検知のために必要な位置情報については、普及の進んでいる GPS 等を用いることが望まれる。一般的な GPS による測位精度は 10m 程度であり、位置検知には十分な精度であると考えられる。また、相手の位置検知では、現在いる位置を知りたいことが望まれており、測位のタイミングについては定期的又は必要な都度であることで位置情報の要求に応答ができると考えられる。

測位のタイミングを定期的とした場合には常に最新の位置情報を保持することができる上、測位できていない場所から、測位可能な場所に移動した時点で正しい位置検知ができると考えられる。ただし、GPS の測位は電力を消耗してしまう。GPS の測位における消費電力については、登山者等位置検知システムにおいて電源容量が検討されており、測位のための消費電力を抑えることや常に充電器に設置されるような場合を除き搭載するバッテリー容量によって測位間隔を変えるなどの工夫が必要であるとまとめられている。

測位のタイミングを必要な都度とした場合には電力の消費を抑えられるが、位置検知の要求のタイミングで GPS の測位圏外にいる場合には正しい位置検知ができない可能性がある。GPS の測位ができない場合には、無線機のメモリ等に保持された最後に測位した位置を送信するなどの対策を行うことで、大凡の位置検知が可能と考えられる。ただし、この場合には仮に数日前に測位した最後の位置を現在の位置と誤認識してしまうことを避けるため、最後に測位した時刻も合わせて相手に送るなどの工夫が必要であると考えられる。

屋外の大部分では GPS の測位は可能であるが、高層ビルが建ち並ぶ都市部などでは GPS 衛星を補足できない場合があるが、現在の日本においては、位置情報の精度を上げるた

め、準天頂衛星「みちびき」の整備が進められており、2018 年には 4 機体制となる上、将来的には 7 機体制となる予定である。準天頂衛星は日本の天頂付近に配置されるため、高層ビルが建ち並ぶ都市部においても測位が可能となり、精度も 1m 程度まで改善されることが予想される。このため、将来、GPS から準天頂衛星による測位に切り替えれば測位可能な範囲が広がる上、位置検知の精度も上がるので、地域コミュニティ無線の有効性が一層高まると考えられる。なお、地域コミュニティ無線を屋内で利用する場合、窓際に無線機を置いたとしても GPS による正確な測位ができないことも考えられ、屋内で利用されていることは普段の生活圏内で利用されていると考えられることから、通信の相手方が普段どこの場所にいるかは知り得やすいことである上、音声や周辺音声取得による確認も合わせて行うことで相手の位置について推測することができると考えられる。もしくは、GPS が受信できない場合は受信電界強度で相手のおおよその距離を想定し表示する方法も考えられる。相手が屋外、屋内のどこにいるかで受信電界強度は大きく変わるため、具体的な数値距離による表示ではなく、「近い」「遠い」「見当たらない（応答がない時）」というような表示となる。また、一般的には無指向性のアンテナを用いることから方位の計測は出来ない。ただし、この検知方法は、受信電界強度からの表示となるため製造コストはかからない。

その他、位置情報は限られた相手にのみ知られることが、安全安心の利用につながることから、位置検知要求を行うことができる利用者（無線機）を限定し、あらかじめ双方が了解していることが必須となる。また、相手の位置情報は、無線機の LCD に表示した地図上に分かりやすく示されることが望ましいが、LCD を大きくする等にはコストや無線機の大きさなどの制約もあることから、最低限、普及の進んでいるスマートフォン等の接続が可能となるような機能が具備されることが望まれる。接続方法としては、多くのスマートフォンに標準で付いている USB、Wi-Fi や Bluetooth などとすることが実現的であると考えられる。

（５）音声通話

地域コミュニティ無線において、音声による通話は他の無線機と同様に個別、グループ、不特定多数（一斉）とする。通信の相手方を無線機で設定することで、これらの相手を選択できるようにすることが必要である。限られたチャネルの中で必要な通話数を確保するために送信時間を設ける必要があることから、ニーズ調査の約 90%の人が該当する 20 秒～40 秒の回答を参考に、一回当たりの通話時間を 40 秒程度とする。

（６）周辺音声取得

地域コミュニティ無線の利用者には高齢者や子供も当然含まれることになる。その為、ニーズ調査でも得られたように、いざという時に相手の身の回りの音声聞こえると良いといった機能が望まれている。実際に周辺音声を取得する際には、「そこで何かしゃべ

ってください」と呼びかける等、周辺音声を取得していることを相手に認識させることがエチケットとして必要である。なお、周辺音声取得は相手が誰構わずとなるとプライバシーやセキュリティの観点から好ましくないため、周辺音声が届ける条件として双方の無線機に登録されている相手のみとすることや許可した相手だけとする等の無線機の事前設定が必要である。周辺音声を連続して聞ける時間については、音声通話と同様に最大でも 40 秒程度であれば十分であるが、それでも時間が足りない場合には、一度通話が切れた後に再度周辺音声を聞けば良い。

(7) 簡単操作

ニーズ調査では「ボタンを押下するだけ」等の簡単な操作が求められている。これまでの一般的な無線機では通話のために双方の無線機チャンネルを使用前に合わせる必要があるであった。若しくは、アマチュア無線やデジタル簡易無線等で利用されている、相手呼び出すためだけに使用する呼出チャンネルを用いて、遠方にいる相手と通話チャンネルの意識合わせを行ったのち、速やかに無線機の設定を変えて通話を行う必要があった。いずれにしても、通話のために無線機の設定操作が必要であり、無線機の操作に慣れなければならない。そのため、無線機に不慣れな利用者にとっては大きな障害となっていた。

地域コミュニティ無線においては、他の無線システムで利用されている機能や実現が可能と思われる機能によって簡単な操作を実現することとする。その機能には、次のようなものがある。

① 呼出チャンネル機能

アマチュア無線やデジタル簡易無線と同様に、相手呼び出すための共通のチャンネルを利用する。高齢者や子供は無線機を操作してチャンネルを切り替えて設定することは難しいため、呼出チャンネルだけを使う簡易操作の無線機を利用する。一方、通常の無線機は呼出チャンネルとその他の通話チャンネルを同時に受信することを可能とする。これにより、通話チャンネルで会話中の無線機に対しても、呼出チャンネルで呼びかけることが可能となる。ただし、呼出チャンネルを用いての通話が増加するに従い、混信や送信待機などの状態も増加することが予想される。なお、簡単操作を実現するためには、あらかじめ通話先や通話チャンネル等を無線機に設定しておく必要があるため、設定操作が可能な無線機やツールを用意して、販売店又は無線機の操作ができる利用者において設定作業を行う対応が必要である。

② チャンネル自動切り替え機能

相手呼び出す場合には呼出チャンネルを使うが、通話の前に双方の無線機で使える通話チャンネルの情報を交換し、通話のために呼出チャンネルから利用できる通話チャネ

ルに自動的に切り替えることで、簡単操作を実現する。無線機で使える通話チャンネルを検索するには、キャリアセンス機能を用いることで実現が可能である。ただし、双方で利用できるチャンネル情報の通信が必要となることから、通話を行う前に一瞬の待機時間が必要となる。

③ 全チャンネルスキャン機能

無線機が全チャンネルを常時受信できる状態とするため、地域コミュニティ無線に利用できる全てのチャンネルをスキャンし続ける機能とする。通話を開始する側の送信局は、この全チャンネルスキャン機能を用いて、空いているチャンネルを自動で選択し、そのチャンネルを用いて通話を開始する。受信局では、全てのチャンネルが受信可能状態であることから、送信局と通話が可能となる。現在、デジタル簡易無線などでもキャリアセンス機能が具備されていることから、この機能を用いて全チャンネルスキャンは実現可能である。

④ 制御用チャンネル機能

デジタル MCA 陸上移動通信やパーソナル無線などで利用されている制御用チャンネルを用いる。利用者からの通話要求を行う場合に空いている通話用チャンネルを探し、自分や通信相手の ID 情報等と空いている通話用チャンネル情報を制御チャンネルで送信した後、通話用チャンネルで受信待機する。通信相手は普段制御用チャンネルで待機しており、自分の ID 情報を受信した際に送信されてきた通話用チャンネルへ変更することで通話を行うことが可能となる。空チャンネルを探すことから混信が無い上、無線機の操作は簡単となる。簡単操作を実現するための有効な手段であるが、制御チャンネルを設けることで通話チャンネルが少なくなることと、通話終了後に自動的に制御用チャンネルで受信待機するような仕組みが必要となる。また、通話前に両方の無線機でチャンネルの切り替えを実施することから接続に時間が必要となる。

簡単な操作を実現するためには、各企業でチャンネル制御方式が統一されることが望ましい。その他、コミュニティの規模によっては、全ての無線機で使うチャンネルを固定させてしまうなどの方法もあるが、異なる企業間での無線機や異なる地域コミュニティ間での通話ができなくなることと考えられる。地域コミュニティ無線の普及に向けては、無線機の操作を簡単にするための最適な機能を用いることと、無線機のユーザーインターフェースが直感的に操作できるものが望まれる。

(8) 安心利用

利用者からのニーズでは、常に無線機の側にいるわけではないことから、後からでも着信相手がわかることでコミュニケーションにつながるという意見を頂いている。その

ため無線機の LCD 画面に着信時若しくは着信履歴として通信の相手方の名前や ID が表示されることで、通信の相手方を事前に知ることができるので安心して便利な利用ができる。また、家族や親密関係者による通話の場合、その内容が他者に聞かれることは避けたいことから、無線区間において盗聴されないことが望まれる。その他、無線機に LED ライトやバイブレーション機能があることで、着信が気づきやすくなるため、迅速で、確実な地域コミュニティの形成につながるものと考えられる。

(9) 無線機

地域コミュニティ無線は、屋内に据え置きする場合もあるが、通話の際や屋外に持つて出ることを考えると、できるだけ重量・サイズについて軽量小型が望まれる。アンテナ形状については、無線機に取り付けされた状態でも小型であることが望まれる。なお、電波が届きにくい住宅等での利用や町内会からのお知らせなども考慮すると、屋根の上に取り付けたアンテナも利用できることが望まれる。そのためアンテナについては取り外しが可能であると利便性が高いと考えられる。

電池についても常時充電されることが考えられるが、屋外での利用を想定した電源容量であることが望まれる。電源容量が大きくなると無線機自体は重くなるため、重量と連続動作時間を考えながら電源容量が決定される。なお、地域コミュニティ無線を一つの商品ラインナップとするのではなく、機能を限定的にした簡易型の無線機も用意されることが望まれる。機能を制限することで、コスト、重量はダウンし携帯性はアップする上、シンプルな操作性となると思われるため、商品化の際には、機能を限定した簡易タイプがラインナップされることが望まれる。

(10) その他

その他、ニーズ調査でも得られたように導入に際してコストが高いと普及に影響する。そのため、免許申請手数料や電波利用料に加え、ランニングコスト等の定常的に必要となる利用料は不要であることが望まれる。地域コミュニティ無線を無線局免許不要で実現するためには、微弱無線局等ではエリアが確保できないため、特定小電力無線とすることが適当である。

3.4 まとめ

地域コミュニティ無線のニーズ調査を踏まえた要望やシステム性能を実現するための機能・性能を表 3-2 に示す。なお、無線機に必ず具備されるべき機能を必須とし、利用を便利にするために搭載が望まれる機能をオプション（オプ）として表記する。

表 3-2 地域コミュニティ無線の機能・性能

項目	要望等	機能・性能	機能内容	搭載
通信方式等		【通信方式】単向通信方式、単信方式又は同報通信方式 【通信の内容】位置情報（データ）若しくは音声		
通信範囲	円滑な連絡ができる通信範囲、屋内でも聞こえること	【通信範囲】環境によるが、郊外地では 600m 程度、市街地では 400m 程度、都市部では 100m 程度 ※家の中で使えること		
位置検知	相手の位置情報が取得できること	【位置検知の測位方法】GPS 等 【測位タイミング】通信開始時の現時点座標	通信相手の無線機に対し、自らの位置情報を送信	必須
			特定の無線機に対し、位置情報を要求して遠隔送信	必須
			方向・距離を LCD に表示、スマホ等接続による地図表示	オプ
音声通話	グループ通話、個別通話、移動しながら通話ができること	【通話相手】特定の相手、特定のグループ、不特定多数 【通話時間】40 秒程度	一斉通信（不特定の相手局との通信）	必須
			グループ通信	必須
			個別通信	必須
周辺音声取得		【遠隔送信操作】特定の無線機に対して、相手方の無線機操作を必要とせずに相手方音声を遠隔送信		必須
簡単操作	操作性が良い（わかりやすい操作方法）	【チャンネル設定機能】例 ①呼出チャンネル機能、②チャンネル自動切替機能、③全チャンネルを常時スキャン機能、④制御用チャンネルを用いて割り当てる機能		必須
安心利用		【発信者表示】通話相手の無線機 ID 等を表示、相手の無線機 ID を事後に確認（着信記録）		オプ
		秘話機能		オプ
		障がい者等に向けたブザー、バイブレーション、LED 等		オプ
無線機	小型・軽量、長時間稼働、壊れにくい	防水機能		オプ
		電池機能（十分な通信時間を確保する電池を具備）		オプ
		小型軽量		オプ
		簡易タイプの無線機（機能を限定した無線機）		オプ
		空中線の取り外し		オプ
その他	免許・電波利用料不要、安価、ランニングコスト不要			

第4章 実証試験

これまでの章において、地域コミュニティ無線に対する要望のまとめを行い、自治会や町内会などの地域に密着した地域コミュニティに利用されるための機能や性能をまとめた。地域コミュニティ無線として利用できそうな周波数帯は、利用シーンに応じた伝搬特性や、周波数割当の状況（現状）等を考慮すると 150MHz 帯又は 400MHz 帯を用いることが適切であると考えられる。表 4-1 に 150MHz 帯と 400MHz 帯で比較した検討内容を示す。地域コミュニティ無線に用いる周波数帯としては、項目により 150MHz 帯や 400MHz 帯で優位性が異なる。そこで、本検討においては、150MHz 帯と 400MHz 帯の周波数を用いて実証試験を行い、地域コミュニティ無線に適切な周波数帯を検討する。

表 4-1 周波数帯の比較

項目	比較概要
伝搬特性 (伝搬損失)	伝搬特性については、一般的に周波数帯が低くなることで伝搬損失が小さくなるため、150MHz 帯の方が 400MHz 帯に比べると優位と考えられる。
アンテナ (形状・利得)	アンテナ形状やアンテナ利得については、一般的に周波数が高くなることで小型化しやすくなる上、同じ大きさでもアンテナ利得が高くなる。400MHz 帯の方が 150MHz 帯に比べると優位と考えられる。
他システムとの 共用	地域コミュニティ無線のための新たな周波数帯を確保することは困難であることから、既存の他システムとの共用により利用することが必須である。 150MHz 帯においては、免許不要の特定小電力無線局の動物検知通報システムが利用されているが、利用シーンを考慮すると山間部と市街地と利用する地域での棲み分けの可能性があると思われる。また、動物検知通報システムにはキャリアセンスが利用されていることから、地域コミュニティ無線との間でキャリアセンスが動作することになれば共用の可能性が高くなると思われる。 400MHz 帯においては、免許不要の特定小電力無線局の無線電話が利用されており、同様にキャリアセンスが利用されていることから共用の可能性はあるが、空中線電力が 10mW 若しくは 1mW となり、地域コミュニティ無線の利用ニーズから推測される空中線電力と異なるため、キャリアセンスの動作に不整合となる可能性がある。
その他	一般的に周波数が低くなることで、建物等による電波の回り込みが良くなる上、建物や人体等による損失については小さくなる。このことから、150MHz 帯の方が 400MHz 帯に比べると優位と考えられる。

実証試験を行う無線機については、400MHz 帯にはすでに無線電話用特定小電力無線があり、データ通信も可能となっているため、既存の 400MHz 帯の特定小電力トランシーバーを

活用して伝搬試験を実施する。一方、150MHz は無線電話用の特定小電力無線は無いため、試験装置を新たに用意することとした。そのため、150MHz 帯の試験装置についてのみ、屋内での机上検討を行う。なお、ニーズ調査から検討した機能自体については、無線機の周波数帯には関わらないことから新たに用意する 150MHz 帯の試験装置に機能を具備させて、機能の動作確認を行う。

150MHz 帯の試験装置および 400MHz 帯の特定小電力トランシーバーを用いて、実環境におけるフィールド試験を実施し、得られた試験結果を基に技術的条件の検討を行う。

4.1 試験装置の概要

地域コミュニティ無線の要望や機能を考慮して用意した 150MHz 帯の試験装置に実際に具備した機能を表 4-2 に示す。

表 4-2 試験装置の機能

分類	機能	備考
通信方式等	通信方式	個別相手への通信（単信方式）やグループ通信（同報通信方式）
	通信内容	音声、データ（GPS による位置情報）
位置検知	自発通知	通信相手局に対して自らの位置情報を発信 ただし、通信の相手は最後の遠隔検知の要求を受けた局
	遠隔検知	指定した相手局に対して位置要求と受信
	測位方法	GPS（全地球測位システム）
	測位間隔	適宜
	位置表示	相手局の方位と距離を表示。 例）「↓ 120 m」表示矢印は北を↑とする。
音声通話	一斉	不特定の相手局と音声による通信
	グループ	同一グループ内で同時に音声による通信
	個別	特定の相手との音声による通信
簡単操作	呼出チャンネル	共通の呼出チャンネルを設定
	同時受信	呼出しチャンネルとその他チャンネルの同時待ち受け
状態確認	周辺音声取得	相手方の端末操作を必要とせずに周辺音声を受信
安心利用	発信者表示	受信時に発信者の名称を表示
	秘話機能	通信の暗号化

次に試験装置の諸元を定めるために、平成 26 年度北陸総合通信局で行われた登山者等の位置検知システムに関する調査検討で検討したシステムやデジタル簡易無線局の無線設備等の規格値等を参考とした。表 4-3 に参考とした規格値と試験装置の測定した諸元を示す。

表 4-3 諸元一覧

項目	参考規格値	試験装置の諸元
周波数 ^{※1}	142.9375～142.98125MHz	142.9375～142.98125MHz
周波数間隔 ^{※2}	6.25kHz	6.25kHz
占有周波数帯幅 ^{※2}	5.8kHz	5.8kHz
空中線電力 ^{※3}	1W	10mW, 100mW (4 台) 500mW, 1000mW (4 台)
受信感度 ^{※2}	0dB μ V (-113dBm)	-3.24dB μ V (-116.3dBm)
変調方式 ^{※2}	4 値 FSK	4 値 FSK
通信速度 ^{※2}	4800bps	4800bps
キャリアセンス ^{※4}	7 μ V (-96.1dBm)	4.63dB μ V (-99.7dBm)
隣接チャネル漏洩電力 ^{※2}	45dB 以上	71.1dB
隣接チャネル選択度 ^{※2}	42dB 以上	50.1dB
相互変調特性 ^{※2}	53dB 以上	60.8dB
アンテナ	—	ロング/ショート (2 種類切り替え)
アンテナ利得 ^{※5}	2.14dBi 以下	-3.5dBi (ロング) -6.0dBi (ショート)

※1 平成 26 年度北陸総合通信局 登山者等の位置検知システムに関する調査検討会

※2 デジタル簡易無線局 (ARIB STD-T98)

※3 郵政省告示平成元年第 42 号

※4 無線設備規則第 54 条第 2 号、総務省告示平成 20 年第 467 号

※5 無線設備規則第 49 条の 14

試験装置の外観を図 4-1 に示す。用意した無線機は全て同じ外観であり、4 台は空中線電力が 10mW と 100mW、4 台は 500mW と 1W であり、ボタン操作によって空中線電力を切り替えて使用する。無線機の側面には通話ボタン (Push To Talk : 以下、「PTT」と言う。) と周辺音声取得を要求するボタンがある。無線機の前面には、音声通話のためのスピーカやマイクに加え、位置情報を測位するための GPS、無線機の状態を表示する液晶画面 (Liquid Crystal Display : 以下「LCD」と言う。) や操作ボタンがある。なお、GPS は試験装置の外部接続端子に取り付けており、GPS を外して専用のケーブルを用いることでパソコンとも接続することが可能である。また、アンテナは長さ約 150mm のロングアンテナと約 43mm のショートアンテナの 2 種類を切り替えて使用する。

無線機の LCD の表示例とボタン機能を図 4-2 に示す。無線機の起動時には自局の名称を表示した後、待ち受け画面となる。待ち受けでは通信相手選択ボタンで選択した相手を表示する。相手から受信した際には相手局の名称を表示する。その他、位置情報を受信した際には、相手のいる方位と距離を表示する。その他、試験装置の送信波形の例を図 4-3 に示す。



図 4-1 試験装置の外観

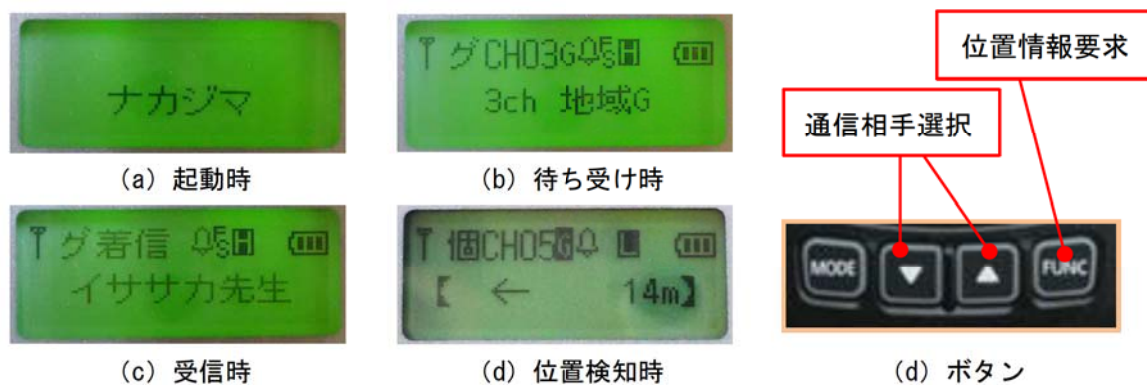


図 4-2 試験装置のLDC表示とボタン機能



図 4-3 送信波形

4.2 試験項目

試験装置を用いた机上検討およびフィールド試験の内容を以下に示す。

(1) 机上検討

試験装置の性能評価を行い、フィールド試験のための装置特性を把握するとともに、地域コミュニティ無線の技術的条件等の検討に必要な測定を行う。試験項目を表 4-4 に示す。

表 4-4 机上検討の試験概要

試験項目	概要
受信感度	標準信号発生器で生成した変調波の受信電力を変化させながら BER を測定し、試験装置の受信感度を確認する。
キャリアセンス	標準信号発生器で生成した変調波または無変調波の入力電力を変化させながら、試験装置のキャリアセンス動作を確認する。
隣接チャネル選択度	標準信号発生器で生成した変調波の入力電力を変化させながら、試験装置の妨害波の排除能力を確認する。
隣接チャネル漏洩電力	試験装置の搬送波から離れた周波数に輻射される電力を確認する。
相互変調特性	標準信号発生器で生成した無変調の入力電力を変化させながら、ビット誤り率が 1×10^{-2} となる希望波と妨害波の比を確認する。

(2) フィールド試験

実環境における伝搬特性を把握し、地域コミュニティ無線の技術的条件の検討に必要な測定及び解析を行う。試験項目を表 4-5 に示す。

表 4-5 フィールド試験概要

試験項目	概要
伝搬比較試験	同一の空中線電力で 150MHz 帯と 400MHz 帯の無線機を同一場所に設置し、送受信局間の距離を変化（定点測定）させた時の受信電力の測定を実施する。音声による通話状況も合わせて測定し、周波数帯の違いによる伝搬特性を比較する。
伝搬特性試験	150MHz 帯の異なる空中線電力の無線機を同一場所に設置し、送受信間距離を変化（定点測定）させた時の受信電力の測定を実施し、空中線電力の違いによる伝搬特性を比較する。
建物損失試験	150MHz 帯と 400MHz 帯の無線機を同一場所に設置し、建物屋内の複数地点で受信電力の測定を実施し、周波数帯の違いによる建物損失を比較する。
人体損失試験	150MHz 帯と 400MHz 帯の無線機を同一場所に設置し、無線機の持ち方や角度を変化させた時の受信電力の測定を実施し、周波数帯の違いによる人体損失を比較する。

(3) 共用検討

地域コミュニティ無線の周波数帯として候補と考えられる 150MHz 帯においては、地域コミュニティ無線専用の周波数を確保することは困難であり、他の用途の特定小電力無線局に割り当てられた周波数との共用について検討する必要がある。そこで、地域コミュニティ無線と共用できる可能性がある動物検知用の周波数において共用検討を行う。なお、登山者等位置検知システムについても、動物検知通報システムとの共用を予定しているため、共用検討の対象とする。地域コミュニティ無線とこれらシステムとの共用検討として、キャリアセンスが動作する入力電力と隣接チャネル選択度を満足する入力を確認し、各システム間で影響を与えない距離を算出する。

(4) 機能確認試験

その他、試験装置に具備した機能について、実際のコミュニケーションを想定した試験を実施し、その有用性について確認を行う。

4.3 机上検討

4.3.1 受信感度

試験装置の受信感度の測定結果を示す。なお、受信感度の測定方法等については付属資料 6 に示す。

試験装置の受信感度を測定するに当たり、同様の変調方式と帯域幅を有するデジタル簡易無線局の無線設備の標準規格である ARIB STD-T98 を規格の参考とした。ARIB STD-T98 においては、スタティック時に Bit Error Rate (以下、BER という。) が 1×10^{-2} となる受信電力が $0\text{dB}\mu\text{V}$ 以下であることから、試験装置においても BER が 1×10^{-2} となる受信電力を測定し、その時の受信電力を本試験装置の受信感度とした。8 台の試験装置のそれぞれの測定結果は付属資料 6 に示すが、表 4-6 には BER が 1×10^{-2} となる受信感度の一覧を示す。受信感度は $-2.33\text{dB}\mu\text{Vemf}$ から $-3.73\text{dB}\mu\text{Vemf}$ であり、平均値は $-3.24\text{dB}\mu\text{Vemf}$ の -116.3dBm であった。8 台の試験装置はいずれも 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 4-6 受信感度 (BER 1×10^{-2} 値)

無線機 No.	受信感度 (dB μVemf)	受信感度 (dBm)
1	-3.69	-116.7
2	-2.33	-115.3
3	-3.73	-116.7
4	-3.16	-116.2
5	-3.13	-116.1
6	-3.43	-116.5
7	-3.23	-116.2
8	-3.26	-116.3
平均	-3.24	-116.3

4.3.2 キャリアセンス

試験装置のキャリアセンスの測定結果を示す。なお、キャリアセンスの測定方法等については付属資料 6 に示す。

試験装置のキャリアセンスを測定するに当たり、無線設備規則第 54 条第 2 号、総務省告示平成 20 年第 467 号を参考とした。無線設備規則第 54 条第 2 号、総務省告示平成 20 年第 467 号によれば、登録局においては他の無線局の電波（受信機入力端において、受信機入力電圧が $7\mu\text{V}$ の値以上の電波に限る。）を受信した場合に、受信した周波数の電波と同一の周波数の電波の発射を行わないことが示されている。標準信号発生器から 4 値 FSK の変調波または無変調の信号のいずれかを試験装置に入力した際にキャリアセンスが動作した受信機入力電力の測定結果を表 4-7 に示す。オフセット周波数を 0kHz とした同一チャネルを想定した場合、キャリアセンスは 4 値 FSK で -99.7dBm 、無変調で -100.7dBm の入力電力で動作した。試験装置は参考とした総務省告示平成 20 年第 467 号を満足している結果であった。

表 4-7 キャリアセンスが動作した受信機入力電力

入力波形	オフセット周波数	標準信号発生器からの入力電力	
4 値 FSK	0kHz	4.63 μ V	-99.7dBm
	5kHz	44.72mV	-20dBm 以上※
無変調	0kHz	4.13 μ V	-100.7dBm
	4kHz	44.72mV	-20dBm 以上※

※測定構成系の測定限界を超えている。

4.3.3 隣接チャネル選択度

試験装置の隣接チャネル選択度の測定結果を示す。なお、隣接チャネル選択度の測定方法等については、付属資料 6 に示す。

試験装置の隣接チャネル選択度を測定するに当たり、デジタル簡易無線局の無線設備である ARIB STD-T98 を規格の参考とした。ARIB STD-T98 においては、標準感度より 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 値疑似雑音系列）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（標準感度+3dB）の比は、42dB 以上であることが示されている。8 台の試験装置のそれぞれの測定結果は付属資料 6 に示すが、表 4-8 にはオフセット周波数 6.25kHz における隣接チャネル選択度の一覧を示す。隣接チャネル選択度は 48.8dB から 52.1dB であり、平均値は 50.1dB であった。8 台の試験装置はいずれも ARIB STD-T98 の 42dB 以上を満足している結果であった。

表 4-8 隣接チャネル選択度（オフセット周波数 6.25kHz）

無線機 No.	隣接チャネル選択度 (dB)	無線機 No.	隣接チャネル選択度 (dB)
1	52.1	5	51.7
2	48.8	6	49.1
3	49.8	7	50.0
4	49.1	8	48.9
		平均	50.1

4.3.4 隣接チャネル漏洩電力

試験装置の隣接チャネル漏洩電力の測定結果を示す。なお、隣接チャネル漏洩電力の測定方法等については、付属資料 6 に示す。

試験装置の隣接チャネル漏洩電力を測定するに当たり、デジタル簡易無線局の無線設備である ARIB STD-T98 を規格の参考とした。ARIB STD-T98 においては、搬送波の周波数から 6.25kHz 離れた周波数の（ $\pm$ ）R（R は、2kHz とする）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が示されている。8 台の試験装置のそれぞれの測定結

果は付属資料 6 に示すが、表 4-8 にはオフセット周波数 6.25kHz における隣接チャネル漏洩電力の一覧を示す。隣接チャネル漏洩電力は 71.0dB から 71.3dB であり、平均値は 71.1dB であった。8 台の試験装置はいずれも ARIB STD-T98 の 45dB 以上を満足している結果であった。

表 4-9 隣接チャネル漏洩電力（オフセット周波数±6.25kHz）

無線機 No.	隣接チャネル漏洩電力 (dB)	無線機 No.	隣接チャネル漏洩電力 (dB)
1	71.0	5	71.0
2	71.2	6	71.1
3	71.5	7	71.0
4	71.0	8	71.3
		平均	71.1

4.3.5 相互変調特性

試験装置の相互変調特性の測定結果を示す。なお、相互変調特性の測定方法等については、付属資料 6 に示す。

試験装置の相互変調特性を測定するに当たり、デジタル簡易無線局の無線設備である ARIB STD-T98 を規格の参考とした。ARIB STD-T98 においては、標準感度より 3dB 高い希望波を加え、希望波より±12.5kHz 及び±25.0kHz 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（標準感度+3dB）の比が 53dB 以上であることが示されている。8 台の試験装置のそれぞれの測定結果は付属資料 6 に示すが、表 4-10 には相互変調特性の一覧を示す。相互変調特性は 60.1dB から 61.5dB であり、平均値は 60.8dB であった。8 台の試験装置はいずれも ARIB STD-T98 の 53dB 以上を満足している結果であった。

表 4-10 相互変調特性

無線機 No.	相互変調特性 (dB)	無線機 No.	相互変調特性 (dB)
1	61.3	5	60.1
2	61.2	6	60.1
3	60.5	7	60.4
4	61.5	8	61.4
		平均	60.8

4.4 フィールド試験

試験装置を用いた屋外におけるフィールド試験の実施スケジュールを表 4-11 に示す。フィールド試験では、都市部、市街地、郊外地の 3 つのエリアを選定し、それぞれの場所において測定を実施した。図 4-4 にフィールド試験場所の位置関係と周辺風景の写真を示す。

(a) 都市部の試験場所は高低差の無い道路であり、周囲には高層のマンションやビルが建っている環境であった。道路は1車線であり、時間帯によっては交通量が増えていた。

(b) 市街地の試験場所は高低差の無い道路であり、周囲には低層の住宅や所々にマンションやビルが建っている環境であった。道路は2車線であり、時間帯によっては交通量が増えていた。

(c) 郊外地の試験場所は高低差の無い直線道路であり、周囲には住宅等の建物はほとんどなく田んぼや畑に囲まれている環境であった。道路は2車線であった上、路側帯があり道幅は広く、交通量は少なかった。

その他、フィールド試験を実施する前に事前確認試験を平成 27 年 9 月 9 日に神奈川県横浜市長谷区において実施した。横浜市長谷区的环境は熊本市合同庁舎周辺と同様に市街地である。

表 4-11 フィールド試験の実施スケジュール

項目	内容
日程	平成 27 年 9 月 16 日 (水) ~ 平成 27 年 9 月 18 日 (金)
場所	(a) 都市部：熊本県 熊本市 中央区 水前寺駅周辺 (b) 市街地：熊本県 熊本市 中央区 熊本市合同庁舎周辺 (c) 郊外地：熊本県 熊本市 西区 熊本港周辺

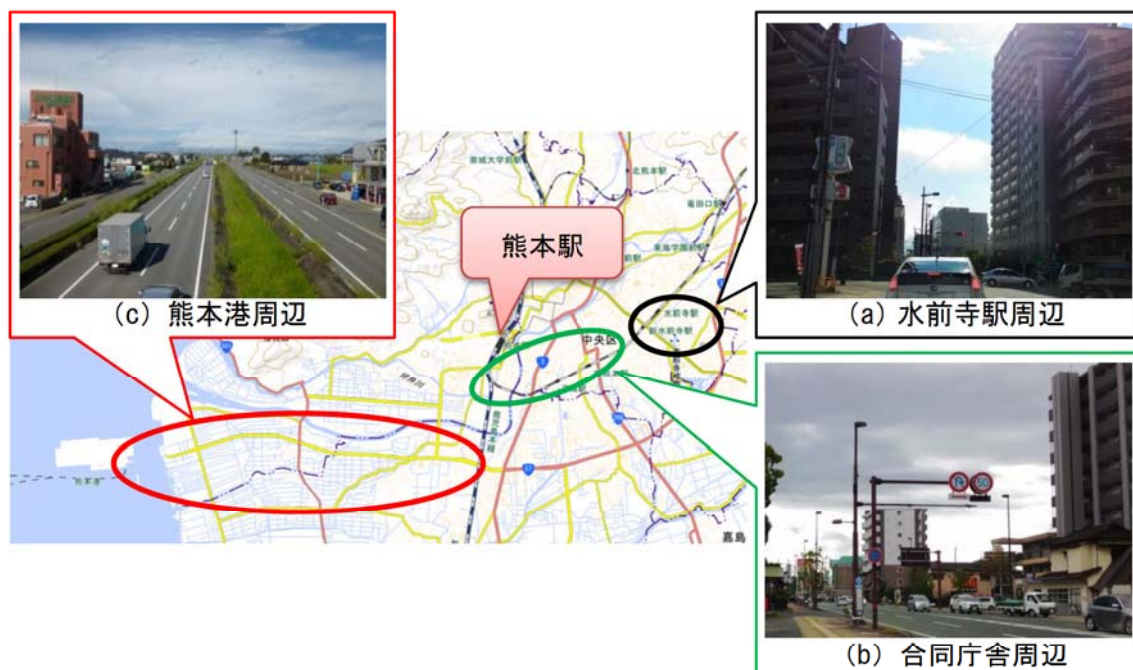


図 4-4 フィールド試験場所

4.4.1 周波数帯による比較試験

(1) 概要

地域コミュニティ無線の候補周波数帯である 150MHz 帯と 400MHz 帯の無線機を使用し、同一の空中線電力の無線機を同一場所に設置して送受信局間の距離を変化させた時の受信電界強度を定点測定し、地域コミュニティ無線に適した周波数帯の検討を行った。ただし、今回用意した 400MHz 帯無線機では Bit Error Rate（以下「BER」という。）が取得できない為、BER 測定の代わりに音声による通話状況も合わせて確認した。

比較試験で用いた 400MHz 帯の装置諸元を表 4-12 に示す。また、無線機の外観を図 4-5 に示す。

表 4-12 諸元一覧

項目	諸元	備考
周波数	422.0500～422.1750MHz 422.2000～422.3000MHz	12.5kHz 間隔の 11 波 12.5kHz 間隔の 9 波
周波数間隔	12.5kHz	
占有周波数帯幅	8.5kHz	
送信電力	10mW	
通信内容	音声通話	
アンテナ利得	2.14dBi	ロングアンテナ
受信感度	-122dBm	



図 4-5 無線機の外観

(2) 測定方法

図 4-6 に測定構成を示す。地域コミュニティ無線は人が手に持って通話することから、送受信局のアンテナ高は高さ 1.5m とした。図 4-7 に送信局の設置状況を示す。送信局は測定方向に対して垂直となるように 150MHz 帯と 400MHz 帯の無線機を約 1m 程度離隔したほぼ同じ位置に設置した。図 4-8 に受信局の設置状況を示す。受信局は各周波数帯に対応した車載アンテナを車の屋根に設置し、スペクトラムアナライザと接続し受信電界強度を測定した。また、400MHz 帯の無線機は市販品であることから BER が取得できない為、BER の代わりに車外にて人が所持した状態で送受信の無線機間で音声による通話を行い測定者による主観評価による通話品質（メリット）の確認を行った。なお、測定地点は任意の場所に車を停めた定点測定とし、測定地点を記録するため受信局の車に付けた GPS を使用した。表 4-13 に測定時に設定した無線機の諸元を示す。

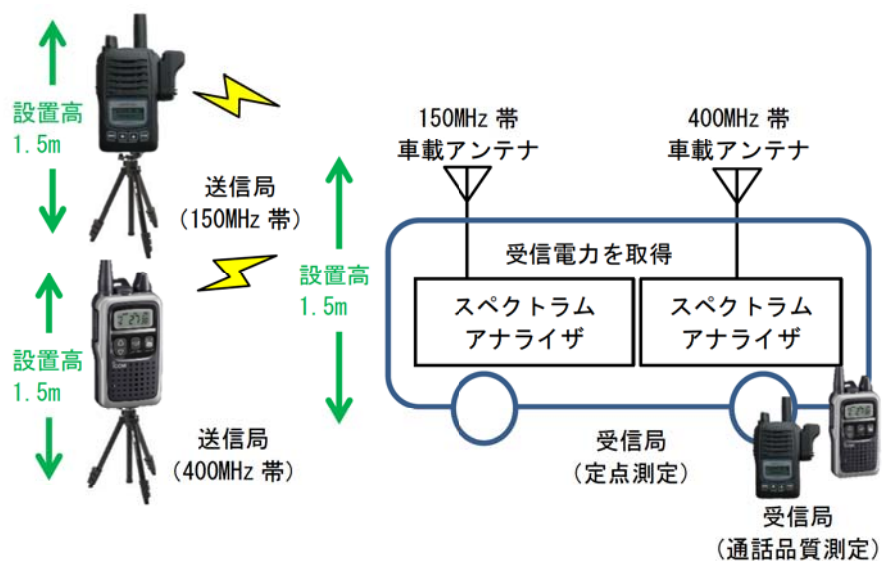


図 4-6 測定構成

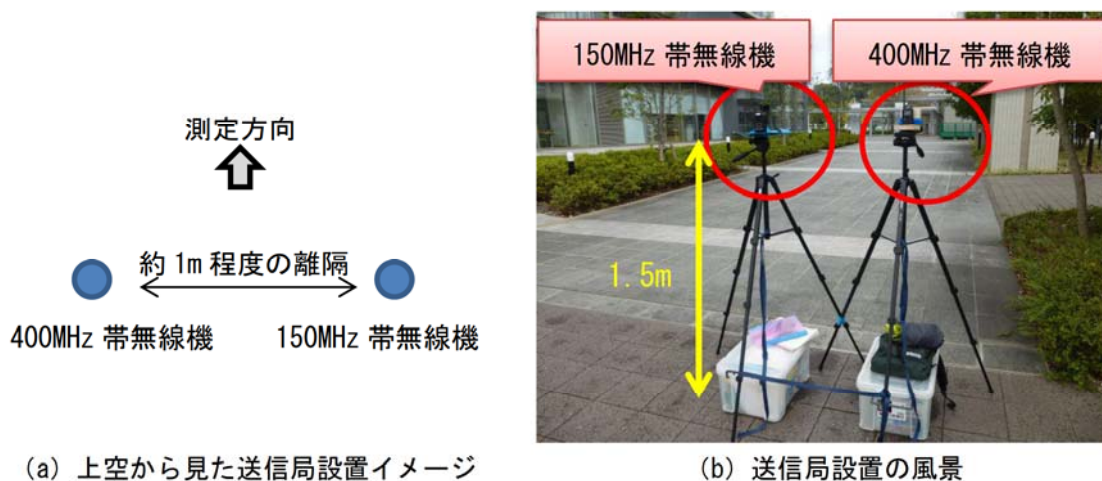


図 4-7 送信局の設置状況



図 4-8 受信局の設置状況

表 4-13 測定時の無線機諸元

項目	150MHz 帯	400MHz 帯
周波数	142.95MHz (3ch)	422.175MHz (11ch)
空中線電力	10mW	10mW
無線機アンテナ利得	-3.5dBi	2.14dBi
車載アンテナ利得	2.14dBi	2.14dBi
車載アンテナケーブル損	0.52dB	1.5dB
設置高	1.5m	1.5m
変調方式	デジタル変調	アナログ変調

(3) 測定結果

図 4-9 に示す距離特性の結果では、遠方になるほど 150MHz 帯と 400MHz 帯の受信電力の差が広がっている。図 4-10 に示す比較では、受信電力が低くなるほど（距離や障害物等の影響を受けるほど）150MHz 帯と 400MHz 帯の受信電力の差が広がっている。

図 4-11 に示す通話品質の距離特性においては、400MHz 帯無線機はアナログ方式であることから、距離によって通話品質が悪くなる傾向が見られたが、150MHz 帯においてはデジタル方式であることから、品質が極端に悪くなった。150MHz 帯及び 400MHz 帯を比較すると通話品質の劣化傾向は、メリット 3（普通）以上においては概ね同程度であったことが確認できた。なお、それぞれの測定地点における個別の測定結果については、付属資料 7 に示す。

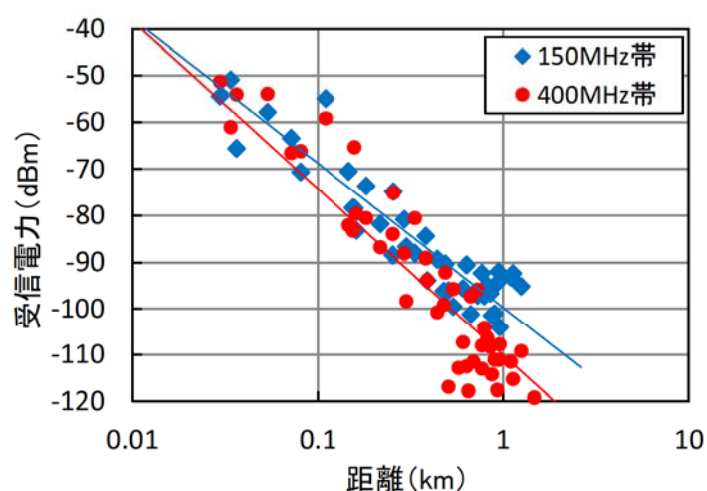


図 4-9 受信電力の距離特性

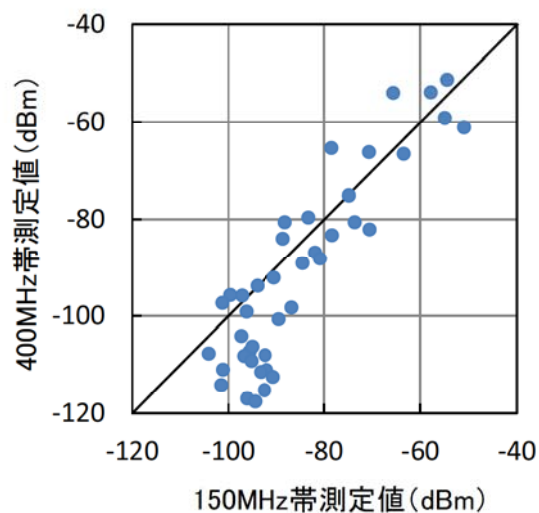


図 4-10 受信電力の比較

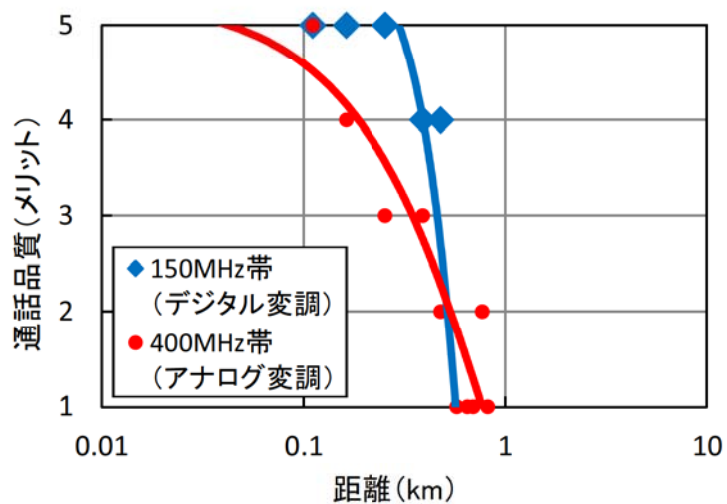


図 4-11 通話品質の距離特性（水前寺駅周辺）

（４）まとめ

150MHz 帯と 400MHz 帯の比較においては、同一の空中線電力およびアンテナ利得として考えた場合、150MHz 帯が伝搬特性として優位であった。通話品質においては、デジタル方式とアナログ方式の一般的な特性比較の結果が確認できた。

4.4.2 空中線電力による比較試験

(1) 概要

地域コミュニティ無線の候補周波数帯である 150MHz 帯の無線機を使用し、空中線電力及びアンテナ利得を変化させた時の受信電界強度を測定し、空中線電力の変化が伝搬特性に与える影響を確認するとともに、利用できる最適な伝搬モデル式について検討を行った。

(2) 測定方法

図 4-12 に測定構成を示す。周波数帯による比較試験と同様に、送受信局のアンテナ高は高さ 1.5m とした。図 4-13 には車内に設置した受信局の設置状況を示す。受信局は車載アンテナを車の屋根に設置し、車載器タイプの 150MHz 帯受信局と接続し受信電界強度と BER の測定に加え、送信局で受信した GPS データを受信局へ送信する通信試験も実施した。測定データの記録にはシリアルケーブルで接続したパソコンを用いた。なお、測定は移動測定とし、測定地点を記録するため受信局の車に付けた GPS を使用した。試験に用いた無線機は周波数帯による比較試験と同じ装置であるが、試験に用いた諸元を表 4-14 に示す。空中線電力 4 種類とアンテナ利得 2 種類の計 8 パターンにおいて、同一の走行ルート上で測定を行った。

また、周波数帯の比較試験と同様、車外にて人が所持した状態で送受信の無線機間で音声による通話を行い測定者による主観評価による通話品質（メリット）の確認も行ったが、この場合は定点測定とした。測定結果は付属資料 7 に示す。

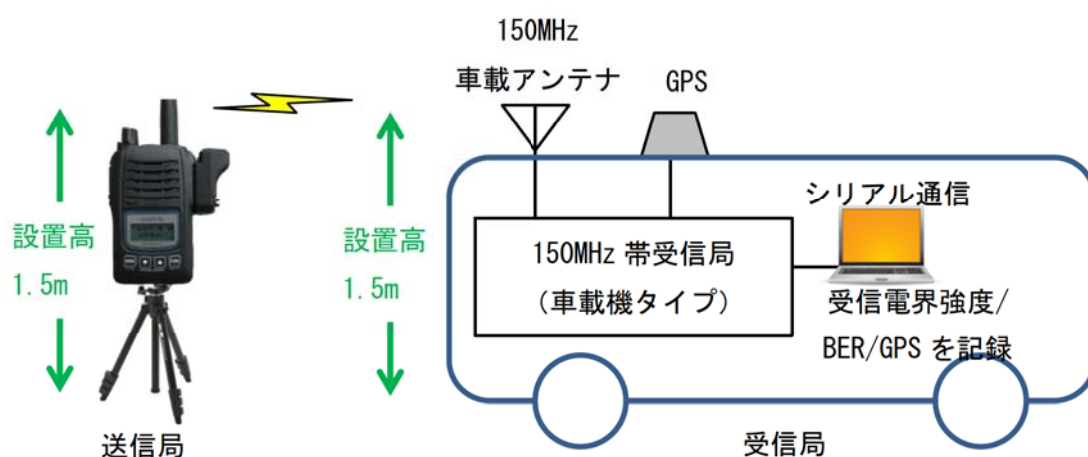


図 4-12 測定構成



図 4-13 車内設置風景

表 4-14 測定時の無線機諸元

項目	諸元
周波数	142.95MHz (3ch)
空中線電力	10mW, 100mW, 500mW, 1W
送信アンテナ利得	-3.5dBi, -6.0dBi
車載アンテナ利得※	2.14dBi
車載アンテナケーブル損失	0.52dB
設置高	1.5m
受信感度	-116dBm

※受信アンテナには車載アンテナを用いて測定。

(3) 測定結果

図 4-14 に測定結果と 150MHz 帯で利用できる一般的な伝搬モデル式で得られた計算結果を示す。伝搬モデル式には、自由空間損失、平面大地における 2 波モデル、拡張秦モデル¹²を使用する。測定結果と計算結果を比較すると、1 km未満では拡張秦モデルに近く、1 kmを超えると平面大地に近い結果であった。参考資料 7 に示す他の結果についても 1 km未満では拡張秦モデルに近似していることが得られた。なお、測定した受信電力が -65dBm 以上については車載機の測定限界であることと、計算による受信電力はフィールド試験で使用了無線機諸元で計算を実施し示している。

¹² 細矢良雄 電波伝搬ハンドブック リアライズ社 1999 年 1 月

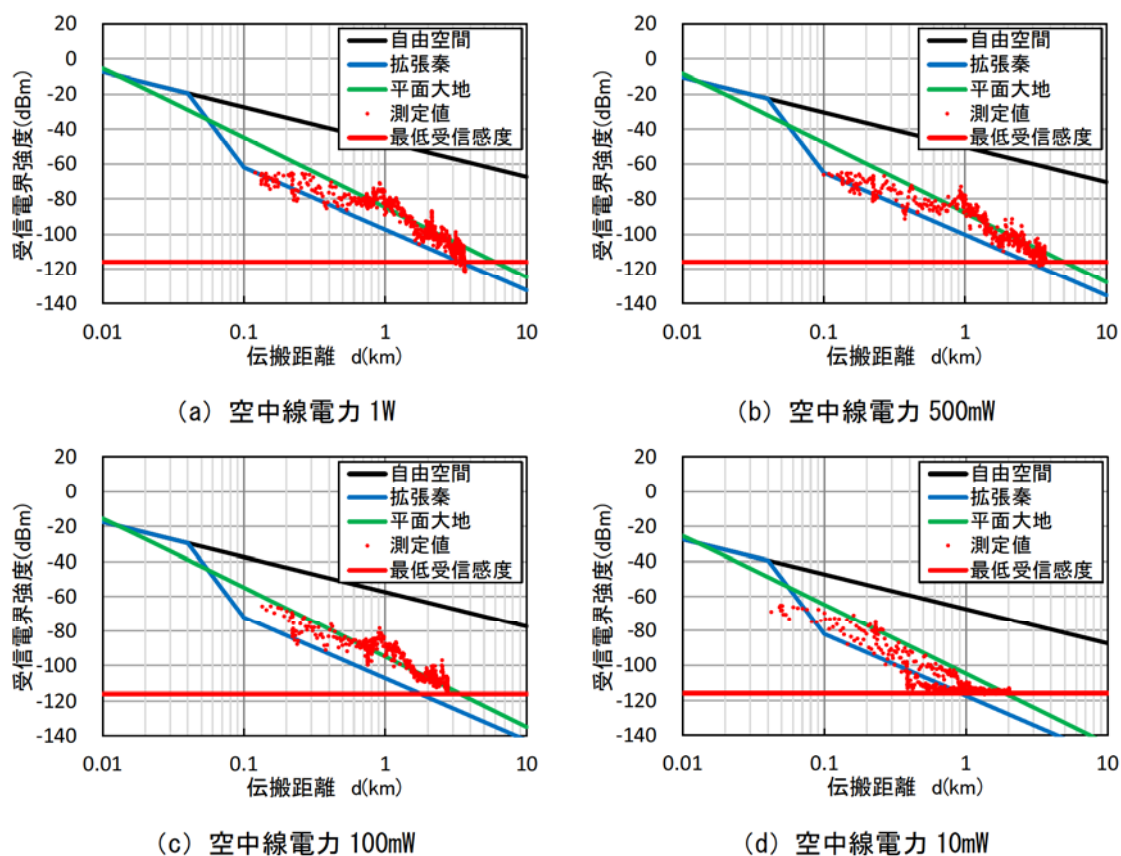
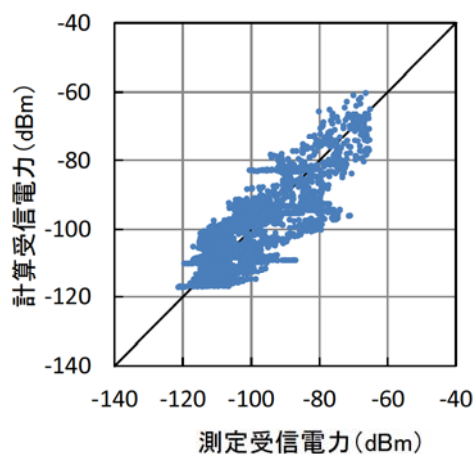


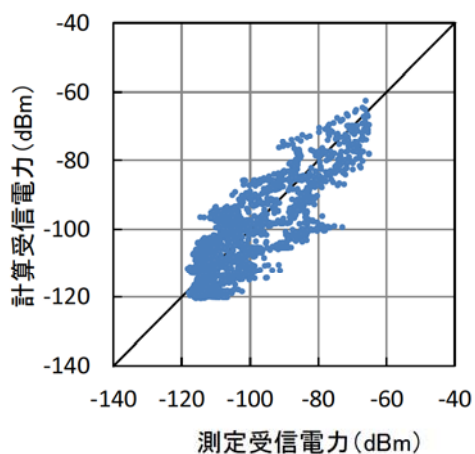
図 4-14 受信電力の距離特性結果（熊本合同庁舎 ロングアンテナ）

図 4-15 に測定受信電力と計算受信電力の相関を示す。結果から空中線電力を変化させても計算値との相関傾向は同じく、対角の中心に集まる結果が確認できた。

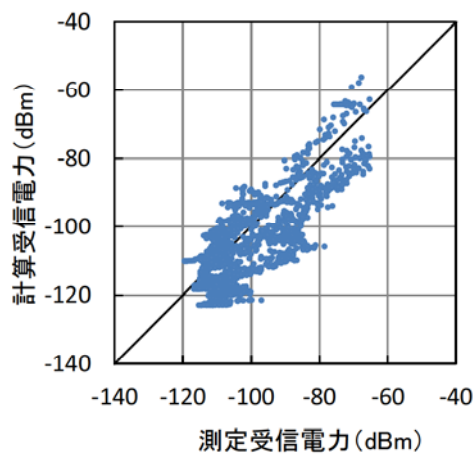
図 4-16 に示した受信電力と BER の結果から、空中線電力の違いによる受信電力と BER の相関は、どの測定地点においても差が見られなかった。なお、近似曲線から、測定結果では BER1%値とすると受信電力は約-100dBm となっている。有線接続で得られた受信感度（BER1%値）は-116dBm であることから、有線接続による受信感度と比較すると 16dB 程度低くなっている結果が得られた。測定では、車による移動測定であったためフェージングによる影響も考えられるが、実環境による周辺影響も含まれていると考えられる。



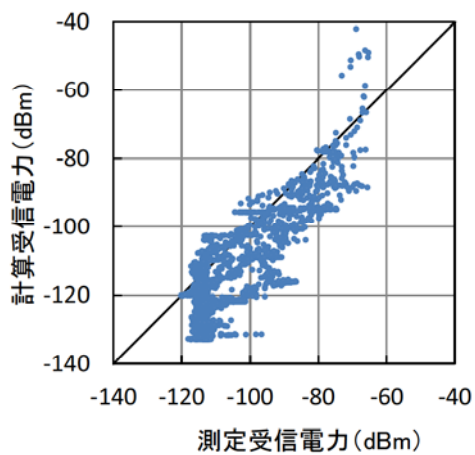
(a) 空中線電力 1W



(b) 空中線電力 500mW



(c) 空中線電力 100mW



(d) 空中線電力 10mW

図 4-15 測定受信電力と計算受信電力の相関

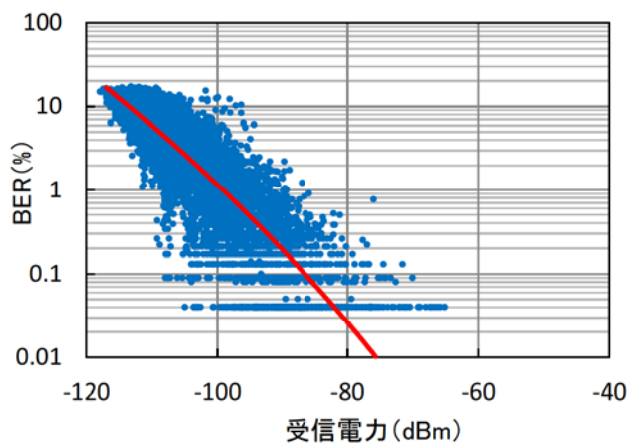


図 4-16 測定受信電力と計算受信電力の相関

表 4-15 に無線機を用いた GPS 通信距離の結果を示す。GPS 通信は無線機を用いた伝搬特性試験と同時に取得した。空中線電力を上げることで GPS 通信距離が伸びている結果であった。

表 4-15 GPS 通信の距離 (km)

測定場所	空中線電力	ロングアンテナ	ショートアンテナ
横浜市金沢区	1000mW	1.763	—
熊本合同庁舎	1000mW	3.710	2.821
	500mW	2.785	2.637
	100mW	2.012	1.968
	10mW	1.112	1.064
熊本港	1000mW	3.420	1.899
	500mW	3.094	1.562
	100mW	1.941	1.123
	10mW	1.088	0.452
熊本 水前寺駅	1000mW	0.735	0.698
	500mW	0.583	0.523
	100mW	0.505	0.367
	10mW	0.301	0.262

(4) まとめ

空中線電力を変えて測定を実施した結果、測定場所に関わらず空中線電力が高くなるほど遠方まで到達することが確認できた。また、空中線電力の違いによる検討については、近似曲線の傾きが空中線電力の違いによっても同じ結果であったことと、ニーズ調査で得られた通信距離が約 600m であることから、1 km未満において相関が高い傾向であった拡張秦モデルを用いた検討が適切であると考えられる。また、同一距離では平面大地に比べると減衰量が大きくなることから、過少評価とならないことも拡張秦モデルを用いる理由のひとつである。

4.4.3 建物損失試験

(1) 概要

地域コミュニティ無線は屋内で利用されることがあることから、空中線電力の検討に当たっては建物損失についても考慮する必要がある。そこで、地域コミュニティ無線の候補周波数帯において、建物損失の測定を実施した。表 4-16 に実施スケジュールを示す。

表 4-16 建物損失試験の実施スケジュール

項目	内容
日程	平成 27 年 9 月 8 日（水）
場所	神奈川県横浜市内（2 戸）、神奈川県横須賀市内（2 戸）

(2) 測定方法

地域コミュニティ無線の利用を考慮し、一般家屋と考えられる戸建及びマンションで測定を実施する。表 4-17 に測定を行った建物の情報を示す。今回の測定では 4 戸の家屋で実施を行った。

図 4-17 に測定構成を示す。送信局には 150MHz 帯無線機もしくは 400MHz 帯無線機を使用し、受信局にはスペクトラムアナライザを使用して、送信局からの受信電力を測定した。地域コミュニティ無線を人が持つことを想定し、アンテナ高は 1.5m とした。

図 4-20 に測定地点のイメージを示す。建物から離れた屋外に送信局を設置し、測定地点は送信局側に近い方の建物近接の屋外で測定すると共に、屋内の複数地点で測定を行う。屋内での測定では、送信局に近い壁側から送信局と反対方向の壁までの数点で測定を行うこととし、可能な限り多くの部屋で測定を実施する。

表 4-17 建物情報

建物 No.	建物種別	構造
1	戸建（二階建）	木造（瓦屋根）
2	戸建（二階建）	木造スレート葺
3	戸建（二階建）	木造スレート葺
4	マンション	鉄筋コンクリート

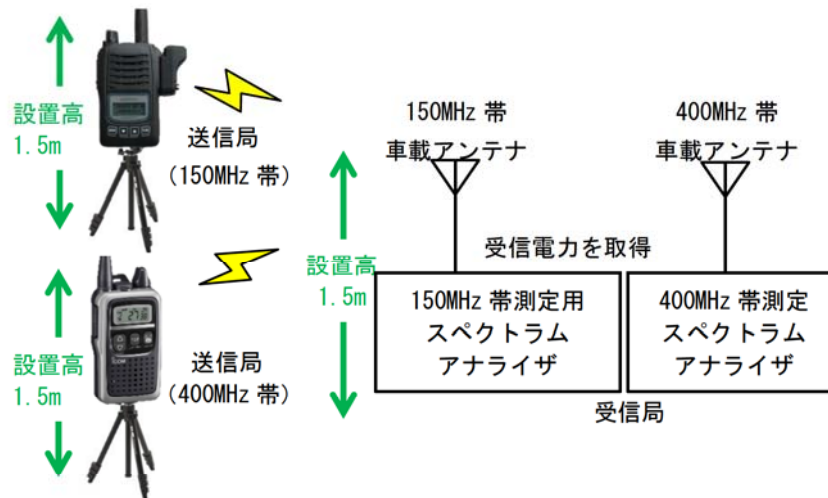


図 4-17 測定構成

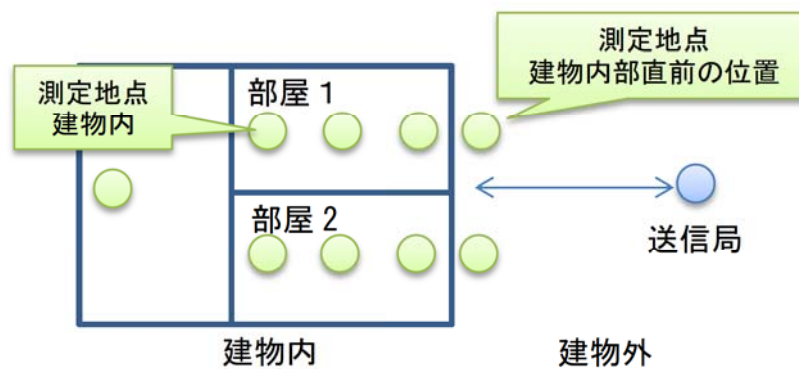


図 4-18 測定地点のイメージ

(3) 測定結果

表 4-18 に建物損失の測定結果のまとめを示す。建物損失は建物外で測定した数ポイントの受信電力の平均を基準値として、建物内で測定した各測定ポイントの受信電力との差から建物損失を求め、建物内の全ての測定ポイントにおける建物損失の平均値を測定結果としてまとめた。なお、各建物における測定結果については、付属資料 9 に示す。

建物の形状や構造などによって建物損失は異なるが、今回の測定からでは 150MHz 帯で 2.3dB～5.4dB 程度、400MHz 帯で 6.8dB～11.3dB 程度であった。また、図 4-17 に今回測定した建物損失の累積分布を示す。50%値で比較すると、150MHz 帯で 3.3dB、400MHz 帯で 8.3dB となった。150MHz 帯に比べ、400MHz 帯の方が建物損失は大きくなる結果であった。

表 4-18 建物損失結果

建物 No.	150MHz 帯	400MHz 帯
1	3. 1dB	6. 8dB
2	5. 4dB	7. 1dB
3	2. 3dB	11. 3dB
4	4. 7dB	9. 8dB

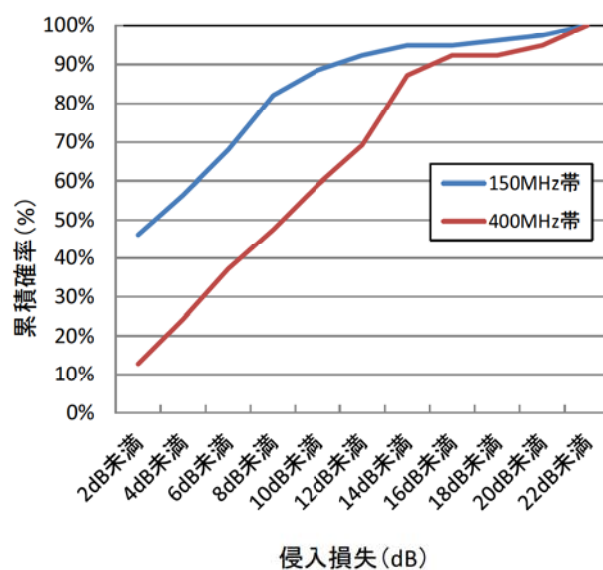


図 4-19 損失の累積

(4) まとめ

測定では4か所の建物における測定結果であるが、建物損失として150MHz帯で3.3dB、400MHz帯で8.3dBとなった。150MHz帯および400MHz帯の場合も付属資料9に示す参考文献で報告されている実測値に近い値であるものと考えられることから、今回の測定結果を参考値として周波数帯の選定及び空中線電力の検討に使用する。

4.4.4 人体損失試験

(1) 概要

一般的に小型無線機を使用する場合には、人が無線機を所持することとなる。無線機を人体に近接させた状態で使用することにより電力損失が発生することが予想される。そのため、150MHz 帯及び 400MHz 帯の小型小電力無線機を用いて人体が小型無線機に与える影響について試験を行う。表 4-19 に人体損失試験の実施概要を示す。

表 4-19 人体損失試験の実施スケジュール

項目	内容
日程	平成 27 年 9 月 3 日 (木)
場所	神奈川県横浜市戸塚区川上町 NTT アドバンステクノロジー (株) 社内

(2) 測定方法

地域コミュニティ無線機は屋内でも使用される機会が多いことを想定し、影響試験は屋内環境とした。図 4-20 に測定構成を示す。地域コミュニティ無線機及び 400MHz 帯の特定小電力無線局を三脚上に設置した場合と人が所持した場合で送信を行い、スペクトラムアナライザで受信電力を測定した。受信電力の測定は 10 回の平均値とした。無線機及び受信アンテナは床面から 1.5m の高さとし、受信アンテナは人体の影響を除くため三脚を用いた。

人による無線機の持ち方は、人体正面で右手を伸ばして無線機を持っている状態（以下、「離している状態」という）、人体正面の胸元に右手で無線機を持って画面を見ている状態（以下、「画面を見る状態」という）、右手に持った無線機を口に近づけている状態（以下、「話す状態」という）、右手に持った無線機を右耳に近づけている状態（以下、「聞く状態」という）、無線機を正面左側の腰にぶら下げた状態（以下、「腰に付ける状態」という）の 5 つとし、受信アンテナに向いた方向を 0° 方向とし、天井から見て時計回りに 90° 毎に向きを変えた。なお、被験者としては中肉中背の 3 名で測定を行った。

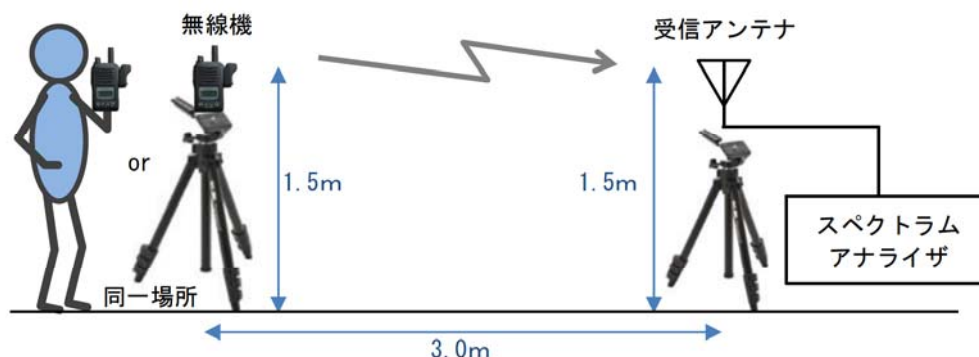


図 4-20 測定構成

(3) 結果

150MHz 帯及び 400MHz 帯の測定結果を表 4-20、表 4-21 に、人の向きによる変動状態を図 4-21、図 4-22 に示す。平均値は 3 人の被験者の測定値の平均を示し、三脚に無線機を設置した時の受信電力との差を人体近接損失とする。なお、無線機を人体に近接させた場合に、無線機を持つ状態や人の向きによっては三脚に無線機を設置した時の受信電力よりも高くなる場合も確認されたが、その場合の人体近接損については 0dB とする。

150MHz 帯の場合は、正面向きで無線機を聞いている状態の場合に約 10dB の人体近接損が生じており、次いで後ろ向きで話している場合に約 5dB の損失が生じた。また、腰に無線機を設置した場合には人体が伝搬路を遮蔽する向きになった場合に約 9dB の損失が発生していた。

400MHz 帯の場合は、画面を見る状態<話している状態<聞いている状態の順で人体近接損が大きくなる傾向であった。聞いている状態の最大損失は約 10dB であった。また、腰に無線機を設置した場合にはやはり人体が伝搬路を遮蔽する向きになった場合の損失が最も大きく約 12dB であった。

表 4-20 150MHz 帯における人体近接損失の測定結果

状態	人の向き	測定値 (dBm)			平均 (dBm)	人体近接損 (dB)
		被験者 A	被験者 B	被験者 C		
三脚設置	—	—	—	—	-33.6	—
離す	0°	-39.2	-33.4	-35.3	-35.4	1.8
画面を見る	0°	-34.6	-35.8	-35.5	-35.3	1.7
	90°	-31.6	-32.8	-28.7	-30.7	0.0
	180°	-37.1	-35.9	-32.8	-34.9	1.3
	270°	-33.1	-34.8	-30.7	-32.5	0.0
話す	0°	-38.7	-35.3	-36.0	-36.4	2.8
	90°	-34.4	-35.8	-31.3	-33.4	0.0
	180°	-44.2	-45.7	-34.4	-38.5	4.9
	270°	-36.1	-36.2	-30.8	-33.6	0.0
聞く	0°	-42.6	-46.3	-44.4	-44.2	10.6
	90°	-33.5	-40.2	-33.2	-34.7	1.1
	180°	-31.6	-39.5	-34.8	-34.2	0.6
	270°	-31.3	-37.7	-31.1	-32.5	0.0
腰に付ける	0°	-39.7	-42.5	-34.7	-37.8	4.2
	90°	-40.7	-38.4	-32.1	-35.5	1.9
	180°	-50.2	-47.8	-38.3	-42.4	8.8
	270°	-44.2	-42.4	-38.4	-41.0	7.4
平均						2.6
平均（腰に付ける状態除く）						1.9

表 4-21 400MHz 帯における人体近接損失の測定結果

状態	人の向き	測定値 (dBm)			平均 (dBm)	人体近接損 (dB)
		被験者 A	被験者 B	被験者 C		
三脚設置	—	—	—	—	-33.6	—
離す	0°	-35.5	-32.0	-36.5	-34.2	2.9
画面を見る	0°	-36.2	-31.5	-33.3	-33.3	2.0
	90°	-35.8	-42.3	-40.8	-38.7	7.4
	180°	-35.8	-32.6	-38.1	-34.9	3.6
	270°	-38.8	-35.7	-33.5	-35.5	4.2
話す	0°	-36.4	-34.8	-40.2	-36.6	5.3
	90°	-37.7	-45.6	-42.7	-40.8	9.5
	180°	-35.6	-41.1	-39.5	-38.1	6.8
	270°	-35.0	-38.4	-36.7	-36.5	5.2
聞く	0°	-40.8	-36.6	-38.7	-38.4	7.1
	90°	-39.9	-41.8	-41.9	-41.1	9.8
	180°	-35.7	-40.6	-36.5	-37.1	5.8
	270°	-41.1	-40.3	-41.5	-40.9	9.6
腰に付ける	0°	-40.8	-48.6	-35.9	-39.3	8.0
	90°	-37.8	-38.7	-30.2	-33.8	2.5
	180°	-46.7	-45.7	-33.3	-37.6	6.3
	270°	-42.9	-48.4	-42.8	-44.0	12.7
平均						6.4
平均（腰に付ける状態除く）						6.1

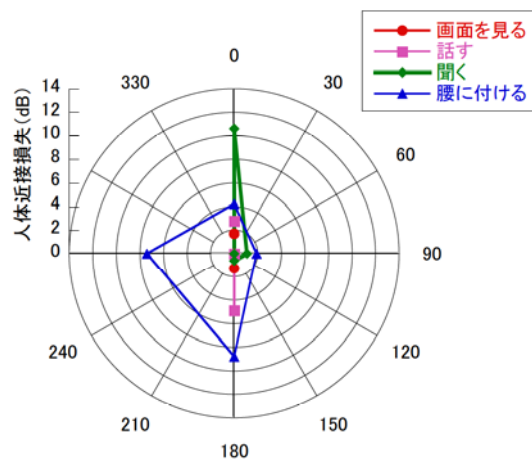


図 4-21 150MHz 帯における人体近接損失

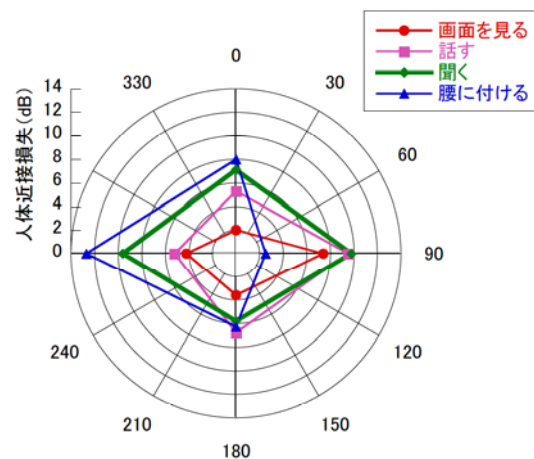


図 4-22 400MHz 帯における人体近接損失

(4) まとめ

150MHz 帯及び 400MHz 帯の無線機を三脚に設置した場合と人体に近接させて所持した場合の受信電力の変化を測定し、人体近接による受信電力損失を測定した。その結果、どちらの周波数も人体の向きや無線機の所持状態により受信電力低下量は変化するが、400MHz 帯の方が 150MHz 帯の場合より人体近接による損失が大きくなる傾向であることが分かった。

実際に地域コミュニティ無線機を使用する場合には、音声等が良く聞こえるように使用者が無線機の向きを変えながら利用されることが想定される。また、人の向きや無線機の持ち方を定めることはできないことから、人体近接による損失を検討する上では測定結果の平均を用いることをここでは提案する。地域コミュニティ無線の利用方法を考え、腰に無線機を付けた状態を除いた人体近接による損失の平均値は 150MHz 帯で 1.9dB、400MHz 帯で 6.1dB であり、これを参考値として周波数帯の選定及び空中線電力の検討に使用する。

4.5 既存システムとの共用検討

4.5.1 概要

150MHz 帯においては、新たに地域コミュニティ無線専用の周波数を確保することは困難であり、他の用途の特定小電力無線局に割当てられた周波数と共用する必要がある。そこで、地域コミュニティ無線と共用できる可能性がある動物検知用の周波数において共用検討を行う。特定小電力無線局に割当てられた周波数で利用されているシステムには動物検知システムがあり、登山者等位置検知システムもこの周波数帯の利用が検討されていることから、これらのシステムとの共用条件を検討する。システムの共用としては使用場所の制限や運用時における当事者同士による調整等も考えられるが、地域コミュニティ無線及び現行システムは、不特定多数の利用者が決まった場所で使用するとは限らないため、この共用手法は必ずしも合致するとは言えない。共用には現行システムにも具備されているキャリアセンス機能による共用が有効であると考えられる。

ここで実際の装置を用いて、異なるシステムでもキャリアセンス機能が動作するかを確認し、動作状況の結果からシステムの共用条件をまとめることとする。主に異なるシステム間の離隔距離などを示し、利用シーンと照らし合わせて評価を行うものである。実際の装置を用いた測定結果については付属資料 10 に示す。

4.5.2 検討方法

実際の装置を用いた測定では、無線設備規則等の現行諸元を満足する結果であったことが確認できた。ここで、机上検討による共用検討では、実際の装置の性能を満足するこれらの無線設備規則の諸元を基に、各システムで影響を与えない共用距離を算出する。

図 4-23、図 4-24 にチャンネル配置、表 4-22 に共用検討の諸元一覧を示す。また、共用検討を行うに当たり、無線機の諸元以外に関する条件を表 4-23 に示す。なお、地域コミュニティ無線の利用シーンを想定すると、通常はフィールド試験で用いたように無線機を移動局として使用することとなるが、電波が届きにくい住宅等での利用や町内会からのお知らせなども考慮して、アンテナを設置した半固定局¹³としての使用を想定して検討を行う。

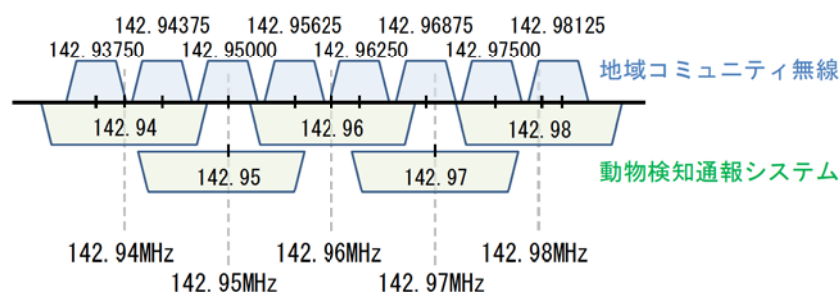


図 4-23 チャンネル配置図（動物検知通報システム）

¹³ デジタル簡易無線局の無線設備 ARIB STD T-98 の半固定型を参考

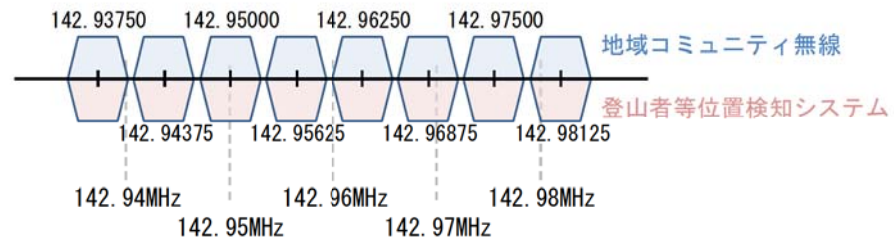


図 4-24 チャンネル配置図（登山者等位置検知システム）

表 4-22 共用検討の諸元一覧

項目	動物検知 通報システム※1	登山者等 位置検知システム※1	地域コミュニティ無線
周波数帯幅	16kHz	5.8kHz	5.8kHz
チャンネル間隔	10kHz	6.25kHz	6.25kHz
チャンネル数	5	8	8
空中線電力	1W	1W	500mW※2
アンテナ利得	2.14dBi（操作者） 0.0dBi（動物）	2.14dBi（検知者） -0.57dBi（登山者）	2.14dBi※3（半固定局） -3.5dBi※3（移動局）
アンテナ高	1.5m（操作者） 0.5m（動物）	1.5m	5.0m※4（半固定局） 1.5m（移動局）
キャリアセンス 閾値※5	-96.1dBm	-96.1dBm	-96.1dBm
基準感度※6※7	2μV（約-107dBm）	2μV（約-107dBm）	2μV（約-107dBm）
隣接チャンネル漏 洩電力	1μW以下※8	45dB※9	45dB※9

- ※1 平成 26 年度 北陸総合通信局 150MHz 帯の電波を使用する登山者等の位置検知システムに関する調査検討会を参照
- ※2 フィールド試験による伝搬特性の測定結果より 500mW（「4.8 空中線電力の検討」を参照）」
- ※3 本検討会における車載器及び試験装置のアンテナ諸元を利用
- ※4 自治会や公民館等のような平屋の建物や 2 階ベランダを想定した高さ
- ※5 机上検討において、各システムの実機/試験装置は規格値を超えているが、検討においては無線設備規則第 54 条第 2 号、総務省告示平成 20 年第 467 号を参照
- ※6 ARIB STD-T99（特定小電力無線局 150MHz 帯動物検知通報システム用無線局の無線設備）を参照
- ※7 隣接チャンネル選択度については、符号基準感度より 3dB 高い状況で 30dB（動物検知通報システム）と 42dB（登山者等位置検知システム）
- ※8 搬送波の周波数から 20kHz 離れた周波数の（±）8kHz の帯域内に輻射される電力が 1μW 以下であること。
- ※9 搬送波の周波数から 6.25kHz 離れた周波数の（±）R（R は、2kHz とする）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。

表 4-23 共用検討の条件

項目	諸元	備考
人体損失	1.9dB	人が無線機を持つ場合の損失。(4.4.5 人体損失試験結果を参照)
ケーブル損失	0.9dB	屋外に設置したアンテナから屋内の地域コミュニティ無線までのケーブルによる損失。本検討会で用いた車載器のケーブル損 0.52dB/3m を参考
伝搬モデル	拡張秦	人が住んでいるところを想定し、環境はSuburbanとする。(4.4.3 空中線電力による比較試験を参照)

4.5.3 検討結果

(1) キャリアセンス動作距離

地域コミュニティ無線が動物検知通報システムおよび登山者等位置検知システムの送信局周辺で利用されている場合において、送信するタイミングでキャリアセンスが動作する距離を計算した。

図 4-25 に地域コミュニティ無線と動物検知通報システムの位置関係を示し、表 4-24 に操作者、表 4-25 に動物とのキャリアセンスが動作する距離を示す。動物検知通報システムと地域コミュニティ無線はチャンネル間隔が異なるため、それぞれのシステムが利用しているチャンネルの組み合わせにより動作する距離が変わり、地域コミュニティ無線が半固定局の場合、操作者は 1100m～1870m、動物は 974m～1656m となった。また、地域コミュニティ無線が移動局の場合、操作者は 409m～693m、動物は 319m～541m となった。動物の場合における動作距離が短くなった理由はアンテナ利得とアンテナ高が低い検討条件であるからである。



図 4-25 地域コミュニティ無線と動物検知通報システムの位置関係

表 4-24 操作者とのキャリアセンス動作距離

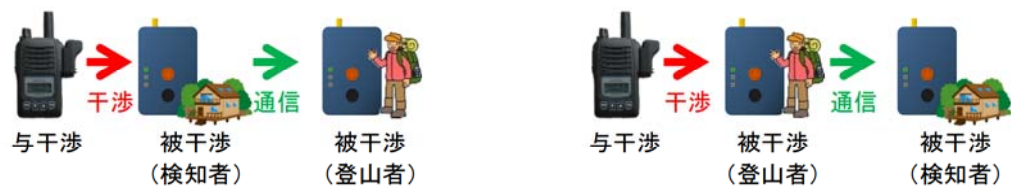
地域	動物検知通報システム 単位 (m)				
	ch1	ch2	ch3	ch4	ch5
ch1	1870 693	-	-	-	-
ch2	1870 693	1760 650	-	-	-
ch3	1100 409	1870 693	1100 409	-	-
ch4	-	1760 650	1870 693	-	-
ch5	-	-	1870 693	1599 595	-
ch6	-	-	1416 524	1870 693	-
ch7	-	-	-	1870 693	1870 693
ch8	-	-	-	-	1870 693

表 4-25 動物とのキャリアセンス動作距離

地域	動物検知通報システム 単位 (m)				
	ch1	ch2	ch3	ch4	ch5
ch1	1656 541	-	-	-	-
ch2	1656 541	1544 507	-	-	-
ch3	974 319	1656 541	974 319	-	-
ch4	-	1544 507	1656 541	-	-
ch5	-	-	1656 541	1416 464	-
ch6	-	-	1243 409	1656 541	-
ch7	-	-	-	1656 541	1656 541
ch8	-	-	-	-	1656 541

※上段は地域コミュニティ無線が半固定局、下段は地域コミュニティ無線が移動局の場合
※赤色背景は、周波数の重なりがあるチャネル組み合わせ

図 4-26 に地域コミュニティ無線と動物検知通報システムの位置関係を示し、表 4-26 に検知者、表 4-27 に登山者とのキャリアセンスが動作する距離を示す。登山者等位置検知システムと地域コミュニティ無線は同一のチャネル間隔及び帯域幅であることから、いずれのチャネルの組み合わせでも同一距離となり、地域コミュニティ無線が半固定局の場合、検知者は 1870m、登山者は 1572m となった。また、地域コミュニティ無線が移動局の場合、検知者は 693m、登山者は 581m となった。登山者の場合における動作距離が短くなった理由はアンテナ利得が低い検討条件であるからである。



(a) 検知者との位置関係

(b) 登山者との位置関係

図 4-26 地域コミュニティ無線と登山者等位置検知システムの位置関係

表 4-26 検知者とのキャリアセンス動作距離

地域	登山者等位置検知システム 単位 (m)							
	ch1	ch2	ch3	ch4	ch5	ch6	ch7	ch8
ch1	1870 693	-	-	-	-	-	-	-
ch2	-	1870 693	-	-	-	-	-	-
ch3	-	-	1870 693	-	-	-	-	-
ch4	-	-	-	1870 693	-	-	-	-
ch5	-	-	-	-	1870 693	-	-	-
ch6	-	-	-	-	-	1870 693	-	-
ch7	-	-	-	-	-	-	1870 693	-
ch8	-	-	-	-	-	-	-	1870 693

※上段は地域コミュニティ無線が半固定局、下段は地域コミュニティ無線が移動局の場合

※赤色背景は、周波数の重なりがあるチャネル組み合わせ

表 4-27 登山者とのキャリアセンス動作距離

地域	登山者等位置検知システム 単位 (m)							
	ch1	ch2	ch3	ch4	ch5	ch6	ch7	ch8
ch1	1572 581	-	-	-	-	-	-	-
ch2	-	1572 581	-	-	-	-	-	-
ch3	-	-	1572 581	-	-	-	-	-
ch4	-	-	-	1572 581	-	-	-	-
ch5	-	-	-	-	1572 581	-	-	-
ch6	-	-	-	-	-	1572 581	-	-
ch7	-	-	-	-	-	-	1572 581	-
ch8	-	-	-	-	-	-	-	1572 581

※上段は地域コミュニティ無線が半固定局、下段は地域コミュニティ無線が移動局の場合

※赤色背景は、周波数の重なりがあるチャネル組み合わせ

(2) 隣接チャネル選択度の距離

地域コミュニティ無線が動物検知通報システムおよび登山者等位置検知システムの受信局周辺で利用されている場合において、受信するタイミングで混信が発生する隣接チャネル選択度の距離を計算した。

図 4-27 に地域コミュニティ無線と動物検知通報システムの位置関係を示し、表 4-28 に操作者、表 4-29 に動物との混信が発生する隣接チャネル選択度の距離を示す。地域コミュニティ無線が半固定局の場合、操作者は 441m、動物は 391m となった。また、地域コミュニティ無線が移動局の場合、操作者は 164m、動物は 127m となった。動物の場合における距離が短くなった理由はアンテナ利得とアンテナ高が低い検討条件であるからである。なお、同一チャネルの場合は、動物検知通報システムが基準感度+10dB (-97dBm) で受信していることを仮定し、机上検討より得られた約 5.7dB 低い干渉で BER が発生したことを参考値とすると、地域コミュニティ無線が半固定局の場合、操作者は 1699m~2889m、動物は 1492m~2536m となった。また、地域コミュニティ無線が移動局の場合、操作者は 630m~1068m、動物は 491m~833m となった。



(a) 操作者との位置関係

(b) 動物との位置関係

図 4-27 地域コミュニティ無線と動物検知通報システムの位置関係

表 4-28 操作者との隣接チャネル選択度距離

地域	動物検知通報システム 単位 (m)				
	ch1	ch2	ch3	ch4	ch5
ch1	2889 1068	441 164	-	-	-
ch2	2889 1068	2695 1002	441 164	-	-
ch3	1699 630	2889 1068	1699 630	-	-
ch4	441 164	2695 1002	2889 1068	441 164	-
ch5	-	441 164	2889 1068	2470 917	-
ch6	-	-	2168 807	2889 1068	441 164
ch7	-	-	441 164	2889 1068	2889 1068
ch8	-	-	-	441 164	2889 1068

表 4-29 動物との隣接チャネル選択度距離

地域	動物検知通報システム 単位 (m)				
	ch1	ch2	ch3	ch4	ch5
ch1	2536 833	391 127	-	-	-
ch2	2536 833	2386 782	391 127	-	-
ch3	1492 491	2536 833	1492 491	-	-
ch4	391 127	2386 782	2536 833	391 127	-
ch5	-	391 127	2536 833	2187 716	-
ch6	-	-	1920 625	2536 833	391 127
ch7	-	-	391 127	2536 833	2536 833
ch8	-	-	-	391 127	2536 833

※上段は地域コミュニティ無線が半固定局、下段は地域コミュニティ無線が移動局の場合
※赤色背景は、周波数の重なりがあるチャネル組み合わせ

図 4-28 に地域コミュニティ無線と動物検知通報システムの位置関係を示し、表 4-30 に検知者、表 4-31 に登山者との混信が発生する隣接チャネル選択度の距離を示す。地域コミュニティ無線が半固定局の場合、検知者は 202m、登山者は 168m となった。また、地域コミュニティ無線が移動局の場合、検知者は 87m、登山者は 82m となった。登山者の場合における動作距離が短くなった理由はアンテナ利得が低い検討条件であるからである。なお、同一チャネルの場合は、登山者等位置検知システムが基準感度+10dB (-97dBm) で受信していることを仮定し、机上検討より得られた約 6.3dB 低い干渉で BER が発生したことを参考値とすると、地域コミュニティ無線が半固定局の場合、検知者は 2992m、登山者は 2514m となった。また、地域コミュニティ無線が移動局の場合、検知者は 1112m、登山者は 932m となった。



図 4-28 地域コミュニティ無線と登山者等位置検知システムの位置関係

表 4-30 検知者との隣接チャネル選択度距離

地域	登山者等位置検知システム							
	ch1	ch2	ch3	ch4	ch5	ch6	ch7	ch8
ch1	2992 1112	202 87	-	-	-	-	-	-
ch2	202 87	2992 1112	202 87	-	-	-	-	-
ch3	-	202 87	2992 1112	202 87	-	-	-	-
ch4	-	-	202 87	2992 1112	202 87	-	-	-
ch5	-	-	-	202 87	2992 1112	202 87	-	-
ch6	-	-	-	-	202 87	2992 1112	202 87	-
ch7	-	-	-	-	-	202 87	2992 1112	202 87
ch8	-	-	-	-	-	-	202 87	2992 1112

※上段は地域コミュニティ無線が半固定局、下段は地域コミュニティ無線が移動局の場合

※赤色背景は、周波数の重なりがあるチャネル組み合わせ

表 4-31 登山者との隣接チャネル選択度距離

地域	登山者等位置検知システム							
	ch1	ch2	ch3	ch4	ch5	ch6	ch7	ch8
ch1	2514 932	168 82	-	-	-	-	-	-
ch2	168 82	2514 932	168 82	-	-	-	-	-
ch3	-	168 82	2514 932	168 82	-	-	-	-
ch4	-	-	168 82	2514 932	168 82	-	-	-
ch5	-	-	-	168 82	2514 932	168 82	-	-
ch6	-	-	-	-	168 82	2514 932	168 82	-
ch7	-	-	-	-	-	168 82	2514 932	168 82
ch8	-	-	-	-	-	-	168 82	2514 932

※上段は地域コミュニティ無線が半固定局、下段は地域コミュニティ無線が移動局の場合

※赤色背景は、周波数の重なりがあるチャネル組み合わせ

4.5.4 まとめ

地域コミュニティ無線の空中線電力を 500mW とした場合における、キャリアセンスの動作とチャネル選択度を満足させる距離を計算した。

(1) キャリアセンスの動作

キャリアセンスの動作する距離は、地域コミュニティ無線が半固定局の場合に最大で 1870m（同一チャネル）、地域コミュニティ無線が移動局の場合に最大で 693m（同一チャネル）であった。地域コミュニティ無線は人の住む地域、動物検知通報システムや登山者等位置検知システムは森林や山中が主な利用場所として考えられることから、システム間の離隔距離については比較的確保しやすいと考えられる。地域コミュニティ無線が半固定局の場合には、キャリアセンスが動作する距離が移動局よりも長くなるが、人が住む建物での設置となることから、動物検知通報システム等との利用場所の棲み分けはし易い。

キャリアセンスの動作する距離を示しているが、この距離以内でシステムが使えなくなることを示しているわけではなく、同一チャネルの場合にはお互いの送信タイミングをずらしながら利用することとなる。また、違うチャネルを使用しているのであれば、キャリアセンスは動作しないことから待機時間を気にすることなく利用可能である。

(2) 隣接チャネル選択度

隣接チャネル選択度の距離は地域コミュニティ無線が半固定局の場合に 441m（動物検知通報システム）、202m（登山者等位置検知システム）であった。また、地域コミュニティ無線が移動局の場合に 164m（動物検知通報システム）、87m（登山者等位置検知システム）であった。

ム)であった。地域コミュニティ無線は人の住む地域、動物検知通報システムや登山者等位置検知システムは森林や山中が主な利用場所として考えられることから、システム間の離隔距離については比較的確保しやすいと考えられる。地域コミュニティ無線が半固定局の場合には、人が住む建物での設置となることから、動物検知通報システム等との利用場所の棲み分けはし易い。

同一チャネルを利用しているときのチャネル選択度については規格がないことから、システムの基準感度+10dB (-97dBm)で受信していることを仮定し、机上検討より得られた6.3dB(登山者等位置検知システム)と5.7dB(動物検知通報システム)低い干渉でBERが発生したことを参考値として、距離を求めると、地域コミュニティ無線が半固定局の場合に2889m(動物検知通報システム)、2992m(登山者等位置検知システム)、移動局の場合に1068m(動物検知通報システム)、1112m(登山者等位置検知システム)であった。

隣接チャネル選択度の距離の検討を行った位置関係となる配置は希であることから、利用において問題とならないと考えられる。

地域コミュニティ無線が連続的に使われないことや、実際には他のチャネルを利用することも可能であることから、示した距離未満としても十分に利用できると考えられる。

4.6 機能確認試験

本調査検討会で用意した試験装置に具備した機能について、コミュニティを想定した試験を実施し、その有用性について確認を行った。

機能確認試験は、平成 28 年 1 月 22 日（金）に熊本大学 共用棟黒髪 1F 情報電気電子講義室において、公開実験として表 4-32 に示す機能の確認を行った。

表 4-32 機能確認試験の一覧

項	機能	概要
試験 1	簡単操作	通信相手の無線機の設定に関わらず、家族等のグループ内での通話ができることの確認
試験 2	周辺音声取得	通信相手が無線機の PTT ボタンを押さなくても周辺音声などが聞こえることの確認
試験 3	位置検知	通信相手がどこにいるか GPS を利用して知ることができることを確認
試験 4	音声通話（一斉）	通信相手の無線機の設定に関わらず、グループを超えて誰とでも通話ができることの確認

4.6.1 無線機の設定

機能確認試験では、5 台の地域コミュニティ無線機を使用し図 4-29 に示すように 2 つのグループという設定で実施した。各グループ内で通話が可能であるが、グループが異なる場合には互いに通信ができない設定とした。お母さん端末については、両グループに属していることから、どちらのグループでも通話が可能な設定とした。実際の地域コミュニティにおいては、利用する人に合わせた無線機の設定が必要であるが、基本的には一度無線機を設定することでその後は使い続けることが可能となる。

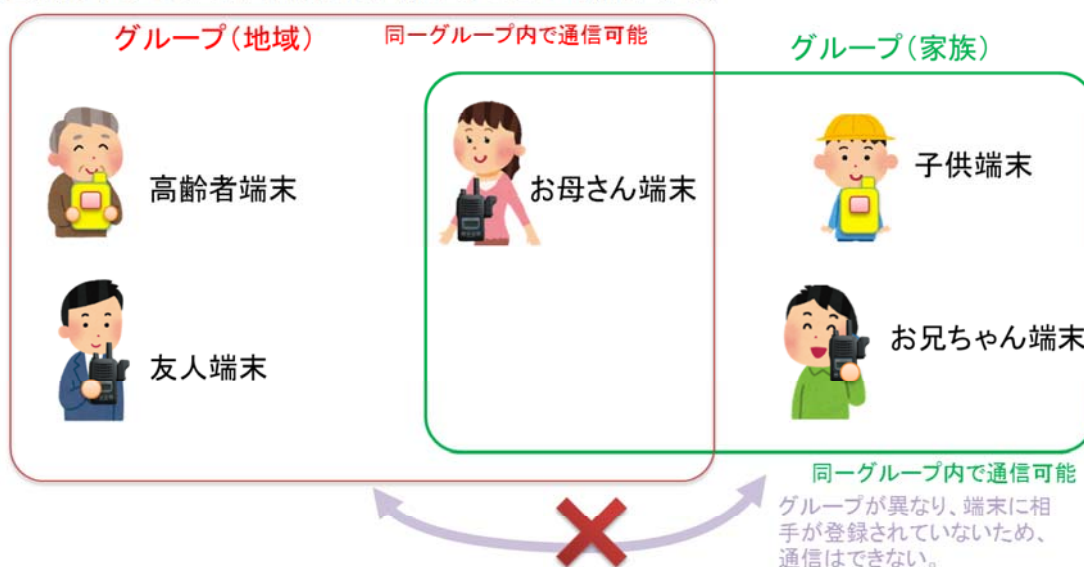


図 4-29 無線機の関係

4.6.2 確認試験内容

(1) 試験 1 簡単操作

試験 1 では、送信時に選択した個別若しくはグループに対してのみ通信を行い、指定された相手若しくはグループの無線機からのみ音声がかえ、その他の無線機からは聞こえてこないことを確認したのち、無線機の設定を個別通話やグループ通話の状態から待ち受け状態に戻すことなく、高齢者端末や子供端末からの音声通話ができることを確認した。実施内容の手順を図 4-30 に示す。

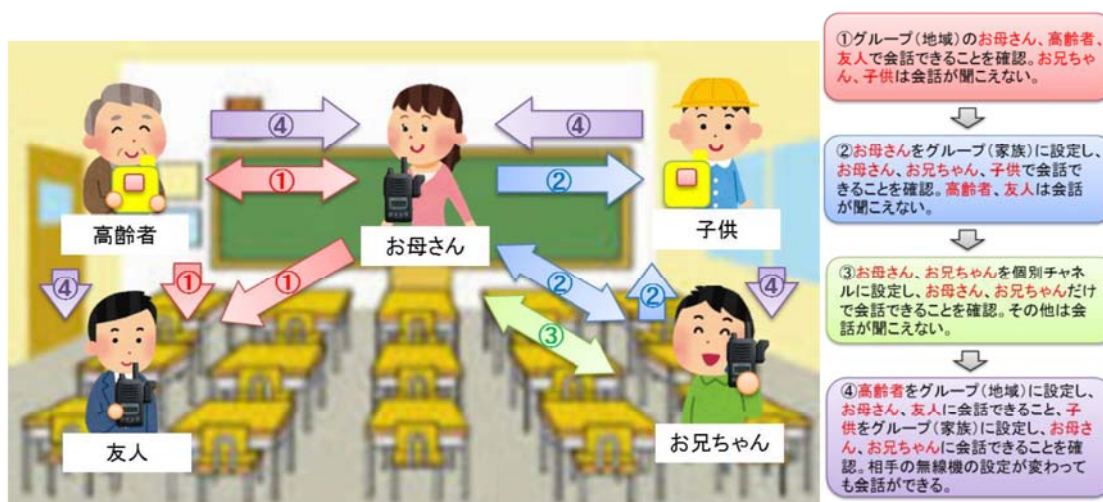


図 4-30 試験 1 の実施内容

(2) 試験 2 周辺音声取得

試験 2 では、指定した通信相手に対して、周辺音声の要求を行い、指定された相手から音声がかえられることを確認した。その際、プライバシー等の観点から他の無線機からは音声がかえられないことも確認した。実施内容の手順を図 4-31 に示す。

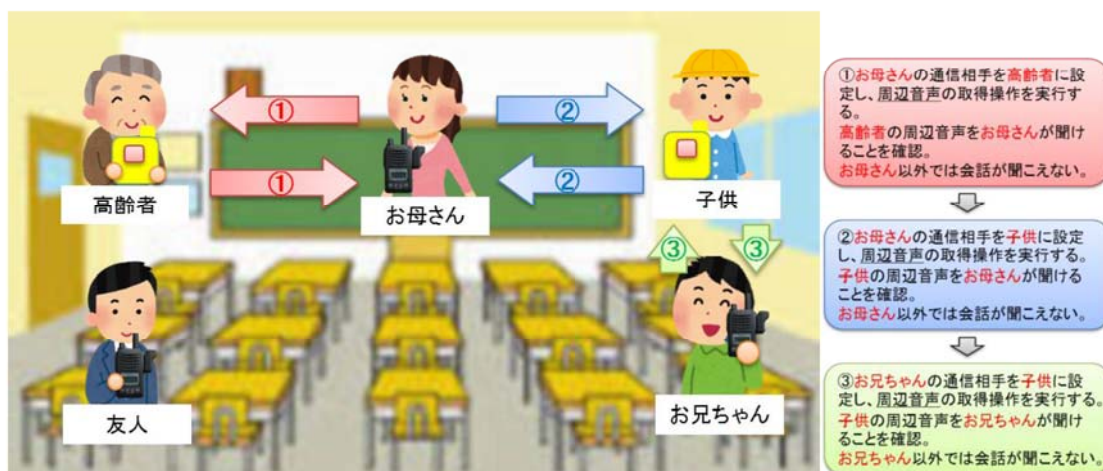


図 4-31 試験 2 の実施内容

(3) 試験 3 位置検知

試験 3 では、指定した通信相手に対して、位置情報を送信させる要求を行い、指定された相手は GPS で測位した位置情報を要求者に送信することを確認した。その際、外部接続端子を用いて接続したパソコン上にて、地図情報と位置情報が表示されることを確認した。実施内容の手順を図 4-32 に示す。

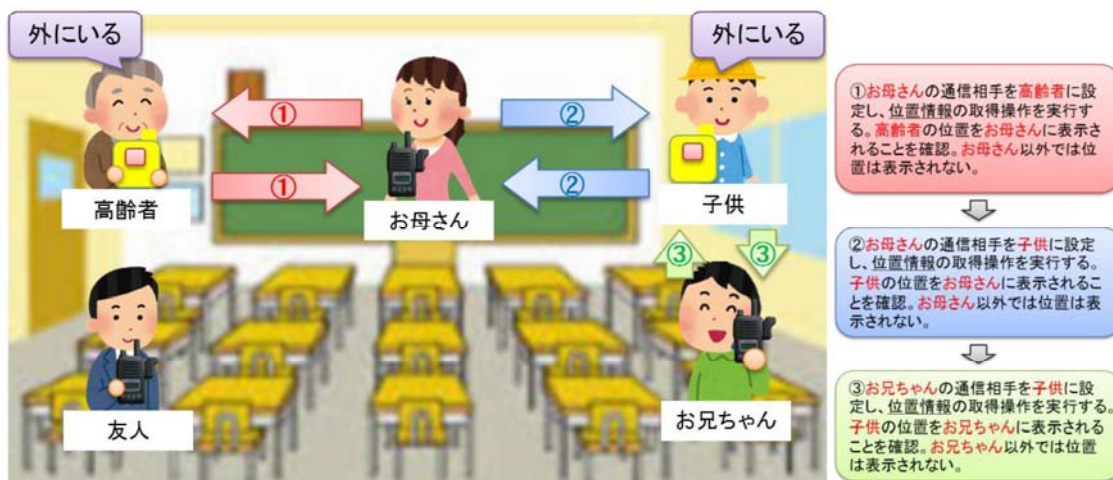


図 4-32 試験 3 の実施内容

(4) 試験 4 音声通話（一斉）

試験 4 では、無線機の設定を個別通話やグループ通話の状態から待ち受け状態に戻すことなく、高齢者端末や子供端末からの音声通話ができることを確認した。この際、個別やグループの範疇を超えて、全ての無線機から音声が届くことを確認した。実施内容の手順を図 4-33 に示す。

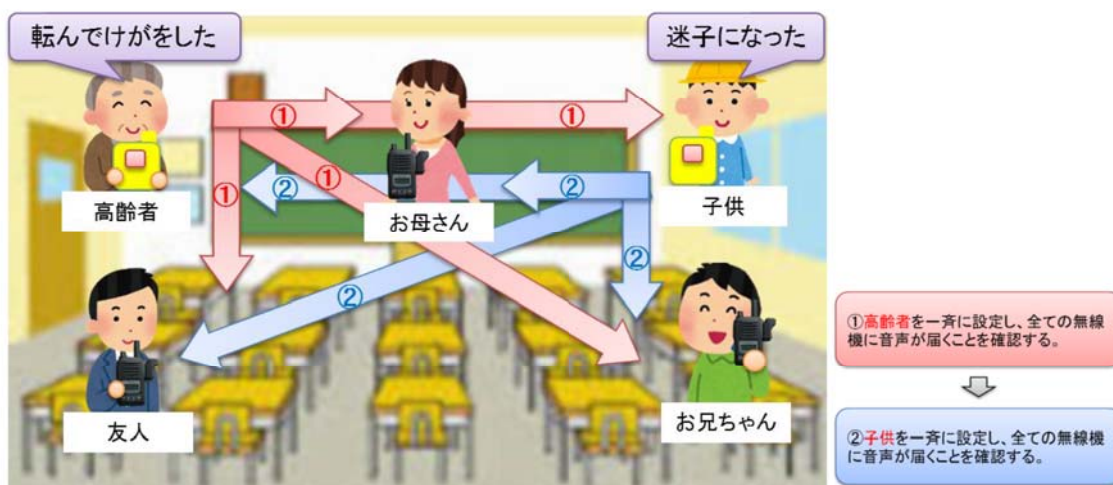


図 4-33 試験 4 の実施内容

4.6.3 機能確認試験のまとめ

機能確認試験を実施した風景を図 4-34 に示す。また、図 4-35 に位置検知で取得した相手の位置情報を地図上に表示させている画面（例）を示す。5 台の試験装置を利用して、試験 1～4 について実施し、いずれの機能も正常に動作し、地域コミュニティ無線に求められる要望が十分に満足されていることを確認することができた。

今回は試験装置であったことから、操作方法などは従来の無線機のように少々複雑であったが、今後の商品化ではより直感的な操作ができるものが販売されることに期待する。



図 4-34 試験風景



図 4-35 地図上での位置表示（例）

4.7 周波数帯の選定検討

フィールド試験及び共用検討の結果を表 4-33 に示す。ここでは、表 4-34 に示す製造面における検討結果も考慮して、地域コミュニティ無線に適した周波数帯について検討を行う。

伝搬比較試験の結果から、150MHz 帯の方が400MHz 帯よりも伝搬特性として優位であり、150MHz 帯は 400MHz 帯と比較して、600m 地点の伝搬特性は+9.4dB の差であった。また、アンテナ利得については実証試験で用いたロングアンテナで比較すると-5.64dB の差であった。その他、今回実施した実証試験より建物損失は+5.0dB、人体損失は+4.2dB で、送受信局共にこれらの値を考慮すると、150MHz 帯は 400MHz 帯と比較して+16.12dB の差となり150MHz 帯が相当有利である。また、各周波数帯の他システムとの共用を考えると、地域コミュニティ無線が人の住む場所で利用されることから、150MHz 帯の他システムとの利用場所の棲み分けが可能と考えられることに加え、異なるシステム間でもキャリアセンス機能が動作することが試験によって確認された。

これらのことより、地域コミュニティ無線に使用する周波数は 150MHz 帯が適していると考えられる。

表 4-33 実証試験の結果一覧

項目	150MHz 帯	400MHz 帯	備考
伝搬特性	9.4dB の差	-	フィールド試験の周波数比較試験で 600m 地点の結果を比較すると 150MHz 帯の方が受信電力は高い。
伝搬特性 (机上計算)	117.6dB	128.0dB	拡張秦 (Suburban) において、600m 地点の損失で比較
建物損失	3.3dB	8.3dB	フィールド試験の建物損失試験より
人体損失	1.9dB	6.1dB	フィールド試験の人体損失試験より
他システムとの 共用	同一周波数帯には、動物検知通報システムが利用されているが、利用シーンを考慮すると山間部と市街地と棲み分けが可能。異なるシステム間でも、キャリアセンスによる共用が可能であることを試験で確認。	必要な通信距離を確保するためには空中線電力 8.5W 程度が必要(「4.8 空中線電力の検討」を参照)となることから、免許不要局で実現することは困難である上、免許不要局の特定小電力無線局の無線電話との共用は難しい。	
アンテナ利得	-3.5dBi (ロングアンテナ)	2.14dBi (ロングアンテナ)	フィールド試験で使 用したロングアンテナを参照。同じ程度 のアンテナ長で比較 すると 400MHz 帯の方 が高利得となる。
空中線電力 (無線設備規則 等)	1W 郵政省告示平成元年第 42 号	10mW 無線設備規則第 49 条の 14 第 1 号	現行の無線設備規則 等で示されている空 中線電力の許容値を 参考

表 4-34 無線機の製造面における検討結果

項目	製造面における検討結果
製造	150MHz 帯と 400MHz 帯の回路に大きな差はない。 周波数が低い分、コイルが大きくなるため重量体積が増えることとなるが製品サイズに致命的な影響を及ぼす程度ではない。 部品代も現在ではほぼ同じ価格である。
消費電力	150MHz 帯と 400MHz 帯の消費電力は微々たる差ではあるが周波数が低い方が小さい。
コスト	150MHz 帯と 400MHz 帯の製造コストはほぼ同じ。販売台数の増加などにより低廉化が図れる。

4.8 空中線電力の検討

フィールド試験の結果・ニーズ調査の結果を踏まえて、地域コミュニティ無線に必要な空中線電力について検討を行う。なお、前項において地域コミュニティ無線の周波数は 150MHz 帯が適していると結論したところであるが、400MHz 帯についても参考までに検討することとする。表 4-35 に地域コミュニティ無線に必要な空中線電力を検討するための諸元を示す。なお、地域コミュニティ無線は通常無線機を持って使用することを想定している。

表 4-35 空中線電力の検討諸元

項目	150MHz 帯	400MHz 帯	備考
通信距離	100m～600m		熊本市調査では 100m 程度（67%）であったことから、都市部では 100m 程度 高森町調査では 600m 程度（86%）であったことから、郊外地では 600m 程度 市街地では都市部と郊外地の間を考え 400m 程度を通信距離とする。
伝搬モデル	拡張秦モデル		フィールド試験結果より拡張秦モデルを選定
アンテナ利得	-6.0dBi	2.14dBi	今回の試験装置諸元を参照 150MHz 帯については、ロングアンテナとショートアンテナを用いているが、利用者の使い勝手（小型）を考えショートアンテナとして検討
アンテナ高	1.5m		人が持って利用することを想定
人体損失	1.9dB	6.1dB	フィールド試験の結果を参考
建物損失	3.3dB	8.3dB	フィールド試験の結果を参考
受信感度	-113dBm		今回の試験装置諸元を参考 受信感度は-116dBm（150MHz 帯）、-122dBm（400MHz 帯）であるが、デジタル簡易無線局の無線設備の標準規格（ARIB STD-T98）より、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（-113dBm）を参考
機器マージン	6.0dB		その他の伝搬環境の変動や安全マージンを考慮するため、電波法関連審査基準 無線局の局種別審査基準（第 4 条関係）第 3 陸上移動業務の局 470MHz 以下の周波数の電波を使用 狭帯域デジタル通信方式等に記載の機器マージン 6dB を参考

図 4-36 に表 4-35 の諸元を用いて計算した必要な空中線電力を Urban(都市部)、Suburban(市街地)、Open Area(郊外地)の環境毎に示す。ニーズ調査より得られた目標とする通信距離 (Urban=100m、Suburban=400m、Open Area=600m) を満足する空中線電力をグラフより読み取った値を表 4-36、表 4-37 に示す。なお、目標とする通信距離以外の距離における必要空中線電力も合わせて示す。

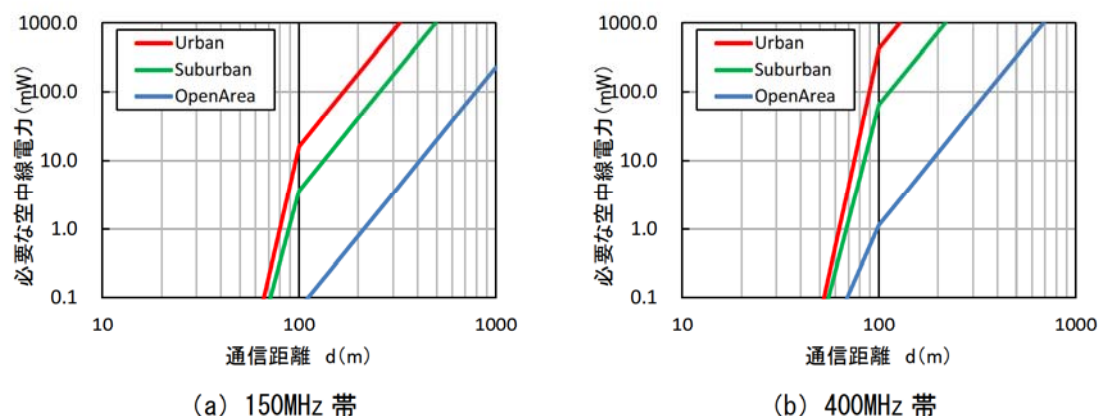


図 4-36 通信距離と必要な空中線電力

表 4-36 150MHz 帯の必要空中線電力

通信距離	Urban	Suburban	Open Area
100m	16	3.6	0.1
200m	183.5	41.4	0.8
300m	765.6	172.9	3.3
400m	2109.1	476.2	9
500m	4628.6	1045.2	19.8
600m	8797.7	1986.5	37.6

表 4-37 400MHz 帯の必要空中線電力

通信距離	Urban	Suburban	Open Area
100m	426.9	65	1.1
200m	4906	746.5	13
300m	20464.8	3114	54.3
400m	56376.9	8578.4	149.5
500m	123727.3	18826.6	328.1
600m	235169.1	35483.8	623.7

※赤色背景は、目標とする通信距離における必要な空中線電力を示す。

ニーズ調査より得られた目標とする通信距離において、各環境における必要な空中線電力を計算した。全ての環境において通信距離を満足する必要な空中線電力は、今回の検討条件において 150MHz 帯で 476.2mW、400MHz 帯で 8578.4mW であった。

地域コミュニティ無線では、周波数の選定において 150MHz 帯が適していることから、空中線電力としては 476.2mW 以上であれば今回のニーズ調査を満足するサービスが提供できると考えられる。よって、空中線電力は 476.2mW を包括する 500mW であることが望ましい。

地域コミュニティ無線の通常利用を想定した空中線電力の検討を行ったが、使用場所によっては建物損失値等が計算値よりも大きくなることも想定しておく必要がある。このよ

うな場合には、家の窓際や屋外で地域コミュニティ無線を使用することで対応することもできるが、普段は無線機を部屋の中に置いているため、町内会や自治会での利用時に地域住民がいつでも聞き取り易い通信を確保するには、屋外にアンテナを設置して使用できることが望まれる。屋外に設置するアンテナ利得については、検討会で使用した車載アンテナやダイポールアンテナを参考に考えると 2.14dBi 以下と考えられる。なお、屋外にアンテナを設ける場合にはケーブルによる損失が生じることになるが、150MHz 帯ではケーブルによる損失は、無線機に直接取り付けのアンテナ利得からの増加分に比べて小さいため、屋外アンテナの利用は建物損失値等が大きい環境において通信を確保する有効な対策と考えられる。なお、地域コミュニティ無線の屋外アンテナは街中の住宅等に設置され、山岳では使用されないことから、他システムの共用についても問題はないと思われる。

現行規格では、空中線電力 1W 以下、アンテナ利得 2.14dBi 以下であることから e. i. r. p は 32.14dBm であるが、地域コミュニティ無線としては通信範囲等を考慮して必要最小限の空中線電力として、500mW を上限とした利用が望ましい。従って e. i. r. p は 3dB 低い 29.14dBm となる。

4.9 送信時間とチャネル数の検討

通話等の回線数を検討する際には、資源を利用し効率的にサービスを行うためのサービス拒絶確率・待ち時間・資源の利用効率等を取り扱うトラフィック理論が一般的に用いられている。この理論を参考に地域コミュニティ無線における呼量、呼損率及びチャネル数を想定し、単位時間当たりの地域コミュニティ無線の通信回数（以下「通話数」という。）について検討を行う。なお、検討においては過去のチャネル数の検討方法^{14, 15}を参考にアーランB式を用いる。なお、アーランB式及び関係の説明を以下に示す。

$$B = \frac{\frac{a^n}{n!}}{1 + \frac{a}{1!} + \frac{a^2}{2!} + \dots + \frac{a^n}{n!}}$$

n: 回線数(本)

a: 呼量(アーラン)

B: 呼損率

$$a(\text{呼量}) = \frac{\text{通話数} \times \text{平均利用時間}}{\text{対象時間}}$$

$$B(\text{呼損率}) = \frac{\text{電話がつながらなかった回数}}{\text{電話を掛けた回数}}$$

表 4-38 用語説明

名称	説明
呼	一回の通話における利用時間のこと 電話を発信し、相手側で着信してから電話が切られるまでの時間
呼量	呼の利用時間の合計を単位時間で割った値のこと
呼損率	電話をかけた際に回線数が足りずに電話が着信できない確率のこと

検討においては、地域コミュニティ無線の送信時間を平均通話時間と置き換え、呼損率における単位時間当たり（1 時間）での通話数を示すこととする。その際、150MHz 帯を使用することを想定して、地域コミュニティ無線では 8ch（回線数）が利用できるものとし、地域コミュニティ無線以外のシステムからの干渉影響は考慮しない。

地域コミュニティ無線の利用においては、通常は個別通信や同一の地域コミュニティグループで通話することになるが、基本的には話を聞いている側の無線機からの同時送信はなく、相手の通話の終了と同時に送信を開始することが考えられる。この場合はアーランB式のような即時式ではなく待時式を用いることも考えられるが、本検討では近隣に複数の地域コミュニティ無線が存在し、それぞれが個別で通話を行うシーンを想定する。この場合には、無限の呼（地域コミュニティ無線機）を仮定しているアーランB式が利用できる。なお、通話の要求があった際に、空チャネルを自動的に利用することとし、チャネルの検

¹⁴ 150MHz 帯デジタル簡易無線の早期導入に向けた検討報告書 平成 24 年 3 月 30 日 一般社団法人 全国陸上無線協会

¹⁵ 150MHz 帯アナログ簡易無線局用周波数におけるデジタル方式との周波数共用に関する調査検討 総務省北陸総合通信局 平成 23 年 3 月

索時間や機器の操作時間などは含めない。

理論式を用いて、地域コミュニティ無線として8チャンネル利用した際の通話数を表4-39に示す。平均通話時間を短くし、呼損率を高く許容することで通話数は増える傾向となる。地域コミュニティ無線を利用するユーザの呼損率を1%（100回通話を試みて1回通話できなかった。）とした場合においては、平均通話時間を10秒～60秒で1125回～187回の通話数となることを示している。平均通話時間が30秒の場合では375回の通話数が可能である結果が得られた。

ここで、10ヶ所の地域コミュニティが近くに存在し、1カ所当たりの地域コミュニティにおける無線機を10台、呼損率を1%、平均通話時間を20秒とした時の通話回数は562回であり、単純に1台当たり1時間で5.6回の発信が可能となる。個別だけでなくグループにおける通話も想定されることから、1つの地域コミュニティ単位で見れば、1時間で56回の通話が可能となる。実際には利用のタイミングや他の地域コミュニティとの距離などによって、利用できる通話数はさらに増えると思われる。なお、ここでは、ニーズ調査で得られた通話時間は40秒であるが、平均通話時間としては半分の20秒としている。

表 4-39 8チャンネル利用した際の通話数（1時間当たりの回数）

呼損率 (%)	平均通話時間					
	10 秒	20 秒	30 秒	40 秒	50 秒	60 秒
0.1	738	369	246	184	147	123
0.2	831	415	277	207	166	138
0.3	894	447	298	223	178	149
0.5	982	491	327	245	196	163
1	1125	562	375	281	225	187
2	1305	652	435	326	261	217
3	1435	717	478	358	287	239
5	1635	817	545	408	327	272
10	2014	1007	671	503	402	335

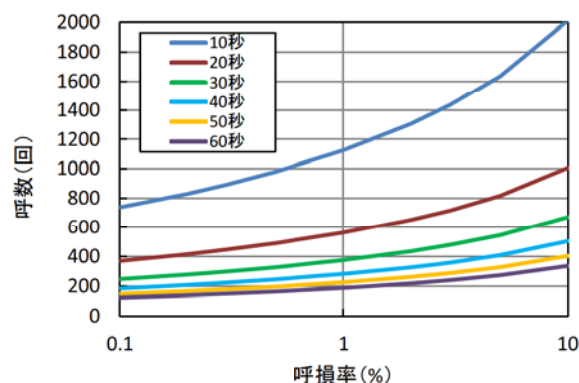


図 4-37 呼損率と通話数の関係（8チャンネル利用時）

次に8チャンネルのうち、1チャンネルを呼出しチャンネル専用とし、通話時はユーザの操作で他チャンネルを必ず利用することとした7チャンネルの利用時における通話数の結果を、表4-40に示す。呼損率1%とし平均通話時間が30秒で8チャンネル利用時の通話数と比較すると75回の通話数が減っているが、単位時間当たりでは300回の通話数が可能である結果が得られた。

ここで、10ヶ所の地域コミュニティが近くに存在し、1ヵ所当たりの地域コミュニティにおける無線機を10台、呼損率を1%、平均通話時間を20秒とした時の通話回数は450回であり、単純に1台当たり1時間で4.5回の発信が可能となる。個別だけでなくグループにおける通話も想定されることから、一つの地域コミュニティ単位で見れば、1時間で45回の通話が可能となる。実際には利用のタイミングや他の地域コミュニティとの距離などによって、利用できる通話数はさらに増えると思われる。なお、ここでは、ニーズ調査で得られた通話時間は40秒であるが、平均通話時間としては半分の20秒としている。ただし、呼出しチャンネルのみを利用する簡易タイプの無線機が多い場合には、呼出しチャンネルに通話が集中することから、発信回数は少なくなることも予想される。

表 4-40 7チャンネル利用した際の通話数（1時間当たりの回数）

呼損率 (%)	平均通話時間					
	10 秒	20 秒	30 秒	40 秒	50 秒	60 秒
0.1	568	284	189	142	113	94
0.2	647	323	215	161	129	107
0.3	700	350	233	175	140	116
0.5	776	388	258	194	155	129
1	900	450	300	225	180	150
2	1056	528	352	264	211	176
3	1169	584	389	292	233	194
5	1345	672	448	336	269	224
10	1679	839	559	419	335	279

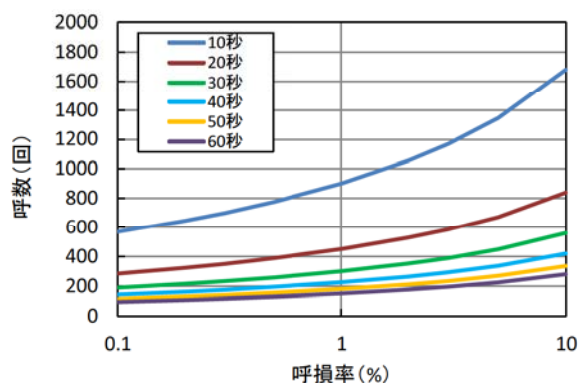


図 4-38 呼損率と通話数の関係（7チャンネル利用時）

本検討においては一定の範囲における平均通話時間と呼損率の組み合わせから理論式を用いて地域コミュニティ無線の通話数を求めているが、地域コミュニティ無線の主な使い方は音声通話であると想定されることから、実際の利用では伝えたい内容により必要な通話時間が大きく変わると考えられる。また、空きチャネルが無い場合やキャリアセンスによって最初の通話ができなくても、利用者が何度か通話を試みることで最終的に通話ができれば十分であることも考えられる。そのため、地域コミュニティ無線として平均通話時間と呼損率を一定値に定めることは極めて難しいと考えられる。そのため、本検討結果は送信時間等の参考値として扱われることとなるが、周波数有効利用の観点を考慮して平均通話時間を短くするほど、かなりの通話が可能であることが示された。

本検討では休止時間については検討のパラメータとして含めてはいない。休止時間を設けることにより、他者が同一チャネルを利用できる機会を得ることとなり、休止時間を長く設けることでその機会が高くなる。その反面、送信時間を超過した場合では、利用者が次に話をするまでの待機時間が長くなり、不便さを感じることにつながる。音声通話における休止時間については検討が困難であるため、現在利用されている他システムの規格を参考にすることとする。

第5章 提言

5.1 技術的条件

検討結果を踏まえて、地域コミュニティ無線の技術的条件を次の通り整理する。

5.1.1 一般条件

(1) 通信方式

通信方式については、地域コミュニティ無線の利用シーン及び機能を考慮して、単向通信方式、単信方式又は同報通信方式とすること。

(2) 用途

地域コミュニティ無線（地域コミュニティ（地域社会における住民同士のつながりをいう。）において、人の行動及び状態に関する情報の通報又は付随する制御及び音声連絡をするための無線通信を行うものをいう。）

(3) 周波数配置

周波数配置は、142. 93750 MHz に 6. 25kHz の自然数倍を加えたものとし、142. 93750 MHz、142. 94375 MHz、142. 95000 MHz、142. 95625 MHz、142. 96250 MHz、142. 96875 MHz、142. 97500 MHz、142. 98125 MHz とすること。

(4) 空中線電力

地域コミュニティ無線のサービスエリアを確保しつつ、同一周波数帯で利用されている動物検知通報システムとの周波数共用を可能とするため、空中線電力は 500mW が望ましい。

(5) 電波型式

地域コミュニティ無線の利用シーン及び機能を考慮して F1D、F1E とすること。

(6) 周波数間隔

周波数間隔は、デジタル簡易無線局と同様に、6. 25kHz とすること。

(7) 変調方式

地域コミュニティ無線は位置情報の通信と音声による通話に用いられる。周波数の有効利用の観点から、狭帯域デジタル化を図るため、4 値 FSK（データ・音声）又は 2 値 FSK（データ）、4 値 FSK（音声）とすること。

5.1.2 送信設備

(1) 周波数許容偏差

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をいう。）は、デジタル簡易無線と同じ $\pm 2.5\text{ppm}$ ($\pm 2.5 \times 10^{-6}$) とすること。

(2) 占有周波数帯幅の許容値

占有周波数帯幅の許容値は、デジタル簡易無線局と同様に、5.8kHz とすること。

(3) スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値

(ア) 帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値

帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値は $25\mu\text{W}$ 以下とすること。

(イ) イスプリアス領域における不要発射の強度の許容値

スプリアス領域における不要発射の強度の許容値は $25\mu\text{W}$ 以下とすること。

(4) 空中線電力の許容偏差

空中線電力の許容偏差（指定又は定格空中線電力からの許容することができる最大の偏差をいう。）は、上限+20%、下限規定なしとすること。

(5) 隣接チャネル漏洩電力

隣接チャネル漏洩電力は、デジタル簡易無線局と同様に、搬送波の周波数から 6.25kHz 離れた周波数の $(\pm)R$ (R は、2kHz とする)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。

(6) 送信時間制御

多くの利用者が通話を行うようにするため、送信時間は短いことが必要である。送信時間についてはニーズ調査を基に検討し、送信時間は 40 秒、送信休止時間は 2 秒以上とすること。

5.1.3 受信設備

(1) 副次的に発する電波等の限度

副次的に発する電波等の限度は、特定小電力無線局の基準と同じ 4nW 以下であること。

(2) 基準感度

基準感度は、デジタル簡易無線局と同様に、 $0\mu V$ 以下とすること。

(3) 実行選択度におけるスプリアス・レスポンス

実行選択度におけるスプリアス・レスポンスは、デジタル簡易無線局と同様に、53dB 以下とすること。

(4) 実行選択度における隣接チャネル選択度

実行選択度における隣接チャネル選択度は、デジタル簡易無線局と同様に、42dB 以上とすること。

(5) 局部発振器の周波数変動

局部発振器の周波数変動は、周波数の許容偏差と同様に、 $\pm 2.5 \times 10^{-6}$ とすること。

5.1.4 制御装置

(1) 送信時間制御装置

送信時間制御装置については、動物検知通報システムと同様であること。

(2) キャリアセンス

キャリアセンスについては、動物検知通報システムと同様であること。

無線機が新たな送信に先立ち、キャリアセンスを実行した後に送信を開始すること。
なお、キャリアセンスのレベルは絶対利得が 2.14dB の空中線に起因する電力が $7\mu V$ 以上とすること。

(3) 回線接続手順

ユーザの利便性を考え、企業間の相互接続を可能にするため民間規格で統一することが望ましい。

5.1.5 空中線等

(1) 空中線の利得

送信設備の空中線の利得は、絶対利得 2.14dBi 以下とすること。

(2) 筐体等

無線設備の筐体については、デジタル簡易無線局や動物検知通報システムと同様に、一の筐体に収められており、かつ、容易に開けることができないこと。ただし、空中

線はこの限りではない。

技術基準適合証明に係る表示については、無線設備の見易い箇所に規定された様式の技術基準適合証明に係る表示を行うこと。

附属装置とのインターフェースについては規定しない。

(3) 測定方法

地域コミュニティ無線の技術的条件に対する適合性を評価するための測定方法は、現在国内で適用されている 4 値 FSK 変調方式のデジタル簡易無線及び動物検知通報システムの測定法を参考にすること。

5.2 普及方法など

地域コミュニティ無線が制度化された後、多くの地域コミュニティにて無線機を利用してもらうことは電波の有効利用であり、また、便利で安全な地域コミュニティの形成に向けた社会貢献に寄与することとなる。ニーズ調査では、近所の人と話せるのは便利という回答が72%であり、積極的な利用が見込めることが予想される。

地域で有効利用されるような仕組みや普及方法について表 5-1 に示す3つの側面より検討を行い、各項目を合わせることで普及に向けた活動が行われることが望まれる。

表 5-1 普及に向けた検討項目

項目	内容
利用の整理	地域コミュニティ無線でできること、できないことを整理し、利用者が使ってみたいと思わせることによる普及
広報	地域コミュニティ無線を知ってもらうための活動等による普及
制度・体制	地域コミュニティ無線の導入を促進するような制度・体制の整備による普及

5.2.1 利用の整理

地域コミュニティ無線がどのような利用シーンで使えるかを整理することで、普及に向けた活動が明確化されるとともに、利用者も使える状況を想定しやすくなり導入につながる。ここでは、今後商品化される無線機を想定した機能も合わせて整理する。

(1) 無線機の機能

地域コミュニティ無線の普及に向けては、無線機自体の機能や画面の表示例が示されていることが望まれる。ここでは、本検討会で用意した試験装置であるが、装置の機能の一例を図 5-1 示す。GPS ユニットは商品化では内蔵されて外見はもっとすっきりとした形状になると思われる。また、商品化ではより簡単な操作が可能な無線機のラインナップが望まれる。



図 5-1 試験装置を参考とした機能

(2) 無線機のラインナップ

地域コミュニティ無線の普及に向けては、無線機自体のラインナップが設けられていることが望まれる。ニーズ調査においても、無線機が小型・軽量であることに加え、操作がしやすいことが望まれている。ここでは、商品化に向けての一つの提案例として、標準タイプと簡易タイプを示す。簡易タイプにはさらに通話機能付と通話機能無しの 2 タイプを示す。機器のイメージ図を図 5-2 に示す。簡易タイプは高齢者、子供等だれでも簡単に操作できるものを商品コンセプトとし、通話機能無しでは音声通話はできないが、自分の位置を相手に知らせることで安全利用の目的で使用するものである。なお、標準タイプ、簡易タイプ共に、位置情報の測位・送信機能を装備する必要がある。



図 5-2 地域コミュニティ無線機のラインナップ

(3) 利用シーンの整理

地域コミュニティ無線の利用シーンについて、さらに細かな利用シーン毎のイメージを図 5-3 から図 5-6 に示す。ここでは、位置確認、音声通話、簡単タイプの無線機、状況確認の 4 つの利用シーンを例に挙げる。

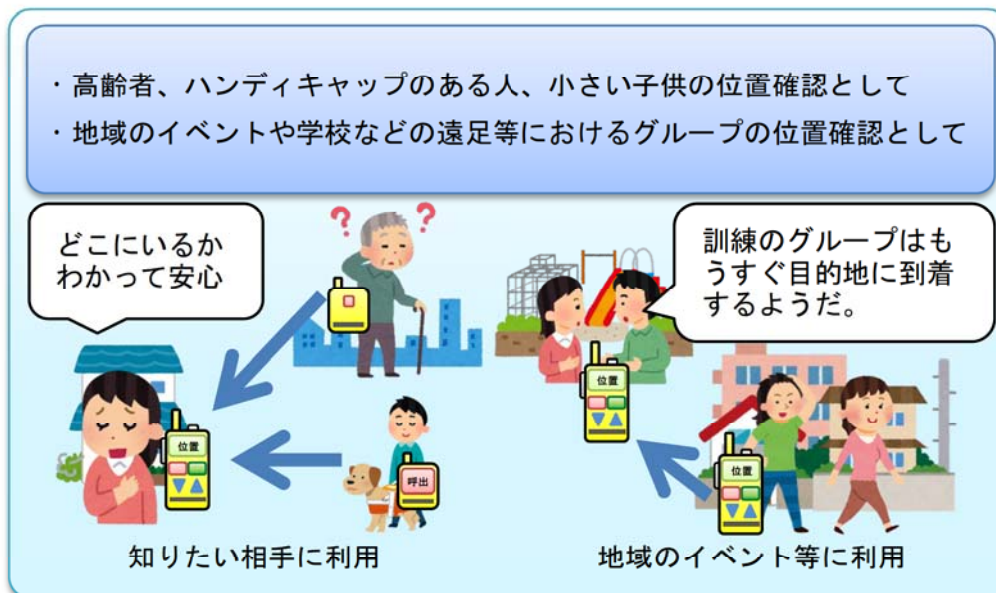


図 5-3 位置確認

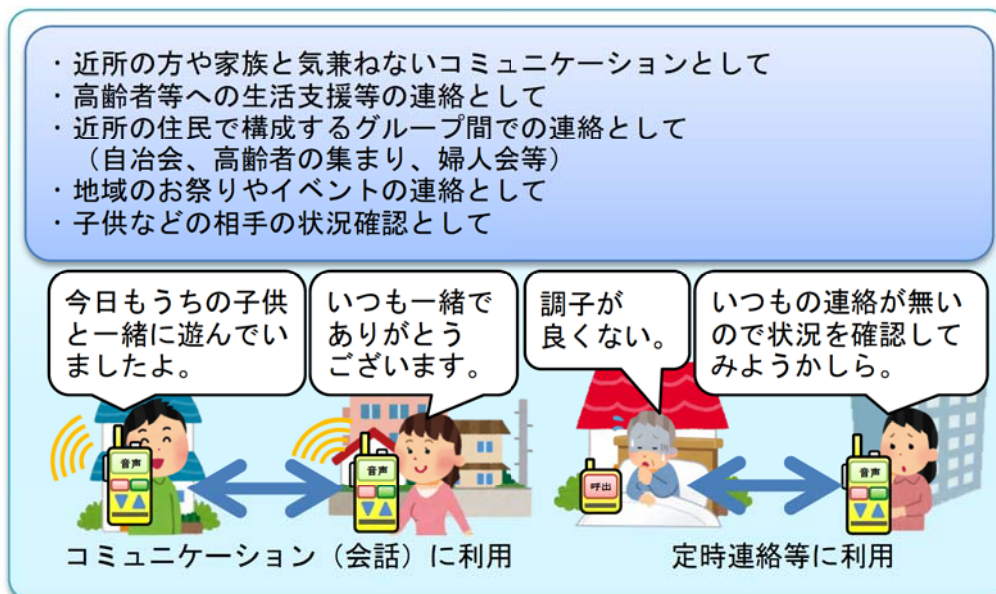


図 5-4 音声通話

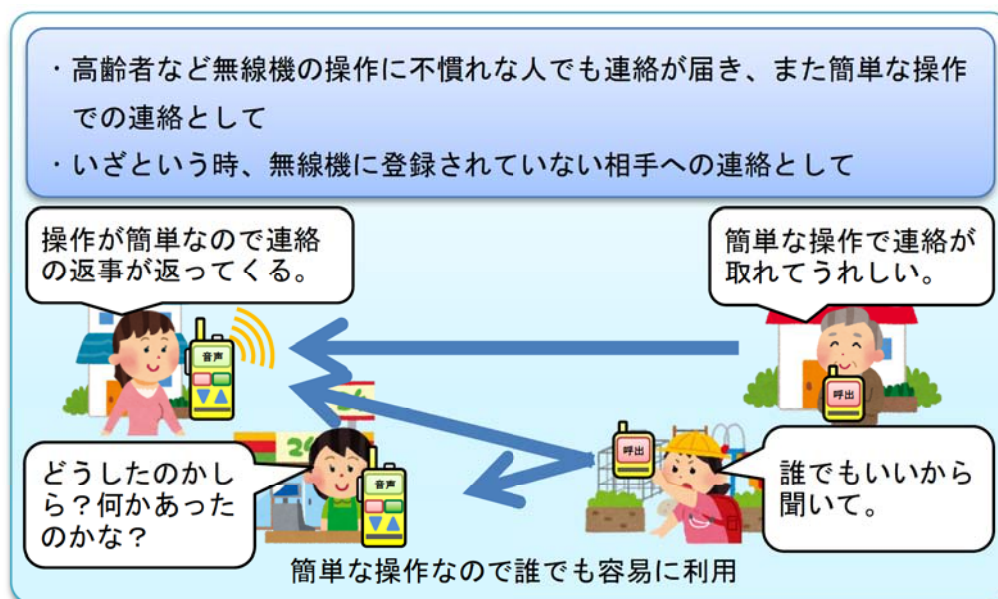


図 5-5 簡易操作



図 5-6 周辺音声取得

5.2.2 広報

地域コミュニティ無線の普及に向けた広報活動について整理する。

(1) 一般的な広報活動

地域コミュニティ無線を広く知ってもらうことは普及につながる。そのため、「利用の整理」で示したような利用者が具体的に何に使えるのか、何に使えないのかを伝えることが有効である。利用者が必要と思っていることに合致すれば、導入の判断がしやすく普及の促進につながる。また、企業の商品紹介等による広報はこれまでの製品と同様に実施することになるが、さらに普及させるためには利用が想定される自治体や社会福祉団体等への実演紹介やパンフレット配布等の具体的な広報活動が有効と考えられる。

(2) 実例による広報

近年ではインターネットの普及により、利用者自身の情報発信が容易である。商品の普及ではいわゆる口コミも有効な手段である。そのため、実際に無線機を利用してもらうことが重要であり、企業と自治体との連携により、安価に無線機を使ってもらう仕組みづくり等が有効と考えられる。

企業や販売店等が一定期間の無料体験利用等の機会を設け、先ずは使ってもらう実績を作ることも有効であると考えられる。無料体験とは別に、自治体及び企業の協力を得て、モデル地域において試用テスト（モデル実験）を行い、その結果から活用方法等を検討、提案、公表して普及を図ることも有効である。

5.2.3 制度・体制

地域コミュニティ無線の普及においては、ニーズ調査でも得られた補助金制度や実際に導入に向けた体制作りが必要となる。以下、制度や体制について整理する。

(1) 補助金制度（公的支援）

購入コストが安価であることがニーズ調査の回答より得られている。また、購入コストやランニングコストが導入を滞らせ、普及が促進しないことは一般的に言われていることの一つである。地域コミュニティ無線の導入コストを下げるため、製造コストを抑えることや必要最低限の機能に絞り込むなどの企業努力が行われることや、さらに国や県の補助金制度などを設けることで普及の促進につながる。

地域コミュニティ無線を利用した地域コミュニティの活性化は地域の活性化にもつながることから、導入に向けた補助金制度を設けることが望まれる。申請方法や審査については、近年では自治会活動に対する支援等が行われており、過去にも普及に向けた補助金制度が多く活用されていることから、これらの手法を参考とすることが考えられる。

（２）購入以外の手法・体制（レンタル・貸与制度）

購入コストの課題に対する補助金制度以外の手法としては、自治会等に購入コストよりも安価な無線機のレンタルや貸与ができる体制を設けることが考えられる。

- 自治体からの直接問い合わせに対し、企業やレンタル会社等による無線機器のレンタルを行う。地域コミュニティ無線のように無線機のレンタルとしては、自転車や DVD 等のレンタルが参考となる。レンタルの担保として個人や法人を証明する書類の提示を必要とすることで、地域コミュニティ無線のレンタルが正常に運用できる体制が設けられると考えられる。レンタル制度を設けることで、導入コストの課題や一時的に利用したい要望を満たすことが可能となり普及につながると考えられる。ただし、台数が非常に多い場合にはレンタル体制の整備が促進するが、台数が少ない場合にはレンタル体制を設けることは難しい。
- 自治会等が購入する方法のほか、自治体が購入して自治会等に貸与する。自治体自体が地域コミュニティ無線機を購入し、地域コミュニティを利用したい自治会等へ無償で貸与することで、導入コストの課題を解決することができる。そのためには、補助金制度のように自治体自体が購入することに対しての体制づくりが必要である。ランニングコストのかからない地域コミュニティ無線であることから、貸与しても利用者は不自由なく利用できる。

（３）互助体制

地域コミュニティ無線に誰とでも通信が可能な呼出しチャンネルが設けられる場合、通信相手を指定しなければ、近所で利用されている他の地域コミュニティからの連絡も聞けることとなる。いざという時に使用する場合には地域コミュニティの垣根を超えた連携が必要となり、地域でお互いが助け合う体制ができることが望まれる。

グループ以外の全員と通話できる設定にしていた場合、地域コミュニティ無線の通信可能範囲を考えると、聞こえてくる音声は近所に住んでいる人であると推測される。そのため、地域のイベント時や訓練活動等でも頻繁に地域コミュニティの範囲に関わらず利用して頂き、近隣で利用者がいることを知らせると共に、定常的な利用から新たな地域コミュニティの形成へ発展することが望まれる。

5.3 地域コミュニティ無線の特徴を活かすために

(デジタル簡易無線等からの流入防止策)

地域コミュニティ無線は免許不要である上、運用コストがかからないことから、これまでの広範囲に使える無線機にはないメリットがある。利用者同士が近くで利用する場合にはキャリアセンス等により周波数を共用することは必要となるが、ニーズ調査にて得られたコミュニティの範囲をカバーするための空中線電力やチャネル数と通話数等について検討を行った。地域コミュニティ無線を活かすために技術的側面および運用面からの対策を以下に示す。

5.3.1 技術的側面からの対策

(1) 空中線電力による対策（通信距離の検討）

ニーズ調査で得られた通信距離を確保するため、地域コミュニティ無線の空中線電力は必要と考えられる 500mW が望ましい。同一周波数帯で利用されている特定小電力無線局では 1W が規定されているが、空中線電力を抑えることはキャリアセンスの発生等の抑制にもつながり、利用者の円滑な使用に繋がることから必要な空中線電力とすることが望ましい。

(2) 通話時間による対策（時間の検討）

ニーズ調査で得られた通信時間を確保するため、通話時間は 40 秒以下が望ましい。

通話時間が短くなるほど、多くの利用者が相互に連絡を取りやすくなり、また通話ができなくなる呼損の発生抑制にもつながる。コミュニケーションを図ることでは、一人が長時間話し続けることより、相互に短い会話をやりとりすることが望まれる。

(3) 位置情報通知の対策（セキュリティの検討）

送信時（音声通話を含む。）には、電波の発射後ただちに自局の ID（ユニークな製造番号又は 7 文字の任意名称）及び GPS 等により測位した自局の位置情報を自動的に送信し、位置情報を受信した無線機は、ディスプレイに送信局の ID 及び位置情報を表示すること（ディスプレイを備えていない無線機を除く。）が望ましい。

位置情報を通知することにより、連絡している相手を知ることができ安心した通話を実現する。

(4) 通信相手登録の対策（セキュリティの検討）

位置検知を必ず行うため、町内会等の地域コミュニティにおいて所属する全無線機の ID 等（ユーザコード）を管理するとともに、各無線機には地域コミュニティで使われるユーザコードを登録した上で使用することが望ましい。また、一斉通信（同報）は、登録されたユーザコードの無線機のみ受信可能とすることをデフォルトとすることが望ま

しい。(ユーザコード登録作業及び一斉通信のデフォルト設定の解除は販売店等において行う)

5.3.2 運用面からの対策

(1) 端末販売における対策

町内会等地域社会で共有して、地域コミュニティの活性化や、地域で助け合う仕組みを維持することを目的とするため、組織として導入することが望ましい。したがって、販売店は、店頭販売や通信販売ではなく、町内会や自治体から直接受注して販売することを主とすることが望ましい。

例えば、徘徊老人や子供の安全に心配を抱えている個人での購入は、家族の居場所等を把握することが目的と考えられ、地域コミュニティでの利用とは言えないが、そのような利用も、近所のコミュニティや町内との互助体制などの中で一体的に利用されれば、より効果が高まることから、コミュニティでの利用を前向きに考えて利用されることが望まれる。

徘徊老人や子供を抱えていない家族や個人、企業での購入などで使用目的がコミュニティと異なる場合には、近所の地域コミュニティや町内での運用体制や使われ方に注意する旨、購入する際に説明することが望まれる。

(2) 利用範囲の明確化による対策

地域コミュニティでの利用を想定している無線機であることから、販売・貸与時等で本来目的での利用しか出来ないことを説明することが望ましい。また、販売・貸与後でも確認できるよう、取扱い説明書等にも利用目的を明示することが望ましい。

法的な制約・効力はないが、地域コミュニティ無線の特徴を活かすため、有効な手段の一つである。

(3) 運営方法の整備による対策

町内会等地域社会で共有して、地域コミュニティの活性化や、地域で助け合う仕組みを維持することを目的とするため、町内会等において運用方法が整備されることが望ましい。

既にある町内会などの地域コミュニティ組織において、各組織での利用方法を整理すると共に、周辺で使われる他の地域コミュニティとの連携を取り合うようにして運営方法を各組織で築き上げることが重要である。

おわりに

本調査検討会を進め、地域コミュニティにおける現状や必要性が明るみとなり、一刻も早くコミュニケーション手段を実現することができるシステムの導入が求められていることを実感することができました。そこで、本調査検討会では、地域コミュニティ無線に対する要望や必要な機能等をまとめると共に、技術的検討として机上検討ならびに実際の無線機を用いた実証試験を行い、技術的条件について検討を実施してきました。

地域コミュニティ無線の早急な制度化に加えて、普及が促進されるために本検討会の報告書が一助となることを期待しております。

最後に、地域コミュニティの現状を把握するために実施したニーズ調査にご協力いただきました熊本県高森町の皆様、熊本市西区の皆様、熊本市職員の皆様と本調査検討にご参加を賜り、貴重なご意見並びに検討、審議を頂いた構成員および実証試験・公開試験等にご協力頂いた全ての方々に深甚なる感謝の意を表します。

小電力無線システムの高度化に関する調査検討会
事務局

付属資料

付属資料一覧

付属資料 1	付 1
開催要綱	
付属資料 2	付 2
調査検討会設置要綱	
付属資料 3	付 4
構成員名簿	
付属資料 4	付 5
開催経過	
付属資料 5	付 7
ニーズ調査	
付属資料 6	付 21
机上検討	
付属資料 7	付 29
フィールド試験（周波数帯による比較試験）	
付属資料 8	付 33
フィールド試験（空中線電力による比較試験）	
付属資料 9	付 54
フィールド試験（建物損失試験）	
付属資料 10	付 59
他システムとの共用検討	
付属資料 11	付 65
用語解説	
付属資料 12	付 66
関係法令・参考文献	

開催趣旨

我が国の 65 歳以上の高齢者（以下「高齢者」という。）人口は 3296 万人（平成 26 年 9 月 15 日現在総務省推計）で、総人口に占める割合は 25.9%となり、人口、割合共に過去最高となった。前年（3185 万人、25.0%）と比べると、111 万人、0.9 ポイント増と大きく増加しており、「75 歳以上人口」も 1590 万人（同 12.5%）で 8 人に 1 人と高齢化が進行している。

そのため、地域社会では、少子化も相まって、高齢者の一人暮らしや高齢者のみの世帯などが多く点在する地域が顕著になっている。また、高齢者の独居化が進み、「孤独死（孤立死）」が多発、2013 年度は 1300 人超と報道されるなど、近年、社会問題となっている。

こうした中、地域コミュニティでは、高齢者世帯の安否確認や通常の連絡手段に加え非常時に利用できる、安価で簡単な操作で利用できる通信手段が求められている。

このようなニーズに利用可能な無線システムとしては、安価でかつ無線局の免許手続きが不要な特定小電力無線局が考えられ、一部地域でコミュニティでの連絡手段として利用されているほか、業務での利用や社会生活活動の補完として多くの利用が行われているところであるが、通信範囲が狭いこと、機能が限られていること等から生活圏内でのコミュニケーション・情報伝達手段として有効活用するには十分とは言えない。

そこで、地域のコミュニケーション手段として高齢者でも簡便に活用できる高機能な無線電話用特定小電力無線システム（地域コミュニティ無線）を実現するための技術的な検討を行うとともに利用が想定される周波数帯が逼迫していることから既存の無線システムとの共用等についても検討を行い、もって、新たな電波の周波数の有効利用と地域活性化に資することを目的として本調査検討会を開催するものである。

平成 27 年 5 月

調査検討会開催要項

(名 称)

第1条 この調査検討会は「小電力無線システムの高度化に関する調査検討会」(以下「調査検討会」という。)と称する。

(目 的)

第2条 本調査検討会は、高齢者等が便利で安心・安全に利活用できる新たな高機能無線電話用特定小電力無線システム(以下「地域コミュニティ無線」という。)について、簡便性・利便性及び周波数の効率的利用性を総合的に考慮した技術的な検討を行う。
また、周波数共用の可能性のある周波数帯、無線システムについて検討し、実証試験を実施し周波数共用条件等を明らかにすることにより、必要な技術基準の策定等に資することを目的として開催する。

(調査検討事項)

第3条 調査検討会は、前条の目的を達成するために、次の事項について調査検討を行う。

- (1) 地域コミュニティ無線のニーズに関すること。
- (2) 地域コミュニティ無線について、簡便性、利便性及び周波数の効率的利用性を総合的に考慮した新たな機能等の検討に関すること。
- (3) 地域コミュニティ無線の仕様を実現するための技術的検討及び既存システムとの共用条件の検討に関すること。
- (4) 上記(2)、(3)で検討した内容を踏まえた実証試験の実施内容・方法に関すること。
- (5) 地域コミュニティ無線の実用化のための課題等の検討に関すること。
- (6) その他上記に付帯する必要な事項

(構 成)

第4条 調査検討会は、九州総合通信局長の委嘱を受けた別紙に掲げる構成員をもって構成する。

(組 織)

第5条 調査検討会には座長を置く。

- 2 座長は構成員の互選により選出する。
- 3 座長は、構成員の中から副座長を指名することができる。
- 4 必要に応じて専門家の参加を認めることができる。
- 5 座長は、調査検討会の審議を促進するため作業部会を設置することができる。
- 6 調査検討会の事務局は、九州総合通信局企画調整課及び外部請負者とする。

(運 営)

第6条 調査検討会は座長が召集し、主宰する。なお、座長が不在のときは、副座長がこれを代行する。

- 2 調査検討会を召集するときは、構成員に対しあらかじめ日時、場所及び議題を通知する。
- 3 その他、運営に関する事項は調査検討会において定める。

(報 告)

第 7 条 座長は、調査検討会の調査検討が終了したときは、その結果を九州総合通信局長に報告する。

(開催期間)

第 8 条 調査検討会は、平成 27 年 5 月 28 日（第 1 回会議開催日）から平成 28 年 3 月 18 日までを目途に開催する。

(会議の公開)

第 9 条 調査検討会は、原則として公開とする。ただし、当事者又は第三者の権利、利益や公共の利益を害するおそれがある場合等、座長が必要と認める場合は、その全部又は一部を非公開とすることができる。

附 則

この要綱は平成 27 年 5 月 28 日（第 1 回会議開催日）から施行する。

構成員名簿

1. 調査検討会構成員名簿

(氏名：五十音順 敬称略)

氏 名	主要現職
石垣 悟	日本無線株式会社 事業本部 事業統括部 担当部長
浦本 拡揮 (平成 27 年 8 月～)	総務省 九州総合通信局 無線通信部長
小宮山 真康	株式会社サーキットデザイン 取締役 技術部長
櫻井 稔	アイコム株式会社 ソリューション事業部 参事
清水 良真 (～平成 27 年 7 月)	総務省 九州総合通信局 無線通信部長
中川 和徳	熊本市 市民局 情報政策課 課長
【座長】 福迫 武	熊本大学 大学院 自然科学研究科 情報電気電子工学 工学部 情報電気電子工学科 教授
八木 義男	一般社団法人電波産業会 研究開発本部 次長
安川 昌孝	古野電気株式会社 システム機器事業部 ITS ビジネスユニット ITS 開発課 主任技師
渡川 洋人	株式会社 JVC ケンウッド 無線システム事業統括部 システム技術営業部 シニアマネージャ

(9 名)

開催経過

1. 第1回会合

日時： 平成27年5月28日（木）15:00～17:20

場所： 熊本県 熊本地方合同庁舎A棟10階会議室

- 議事： ① 開催趣旨
② 調査検討会開催要綱
③ 地域コミュニティ無線に係る動向
④ 特定小電力無線システムの動向
⑤ 調査検討会の進め方

2. 第2回会合

日時： 平成27年7月14日（火）14:00～17:00

場所： 熊本県 熊本地方合同庁舎B棟2階会議室

- 議題： ① 小電力無線局の動向
② 熊本市における地域コミュニティ活性化施策
③ 地域コミュニティ無線の必要機能
④ ニーズ調査の方法
⑤ 地域コミュニティ無線の設備
⑥ 地域コミュニティ無線の試験モデルシステム
⑦ 机上検討（シミュレーション）の方法

3. 第3回会合

日時： 平成27年9月15日（火）14:00～16:00

場所： 熊本県 熊本地方合同庁舎B棟2階会議室

- 議題： ① ニーズ調査の結果
② 机上検討（シミュレーション）の結果
③ フィールド試験（伝搬試験）の方法
④ 空中線電力の検討及びフィールド事前試験（伝搬試験）の結果
⑤ 技術的条件の検討について

4. 第4回会合

日時： 平成27年11月12日（木）13:50～16:35

場所： 熊本県 熊本地方合同庁舎A棟10階会議室

- 議題： ① 情報通信審議会小電力システム作業班の検討状況
② 地域コミュニティ無線の機能について
③ フィールド試験の結果について
④ 周波数帯の選定及び空中線電力の検討について
⑤ 机上検討（共用検討）の結果について
⑥ 技術的条件の検討について

- ⑦ 公開試験について
- ⑧ 地域コミュニティ無線の運用等について
- ⑨ 報告書の骨子（案）

5. 小電力無線システムの高度化に関するセミナー

日時： 平成 28 年 1 月 22 日（金）13:30～16:00

場所： 国立大学法人 熊本大学 黒髪南地区 共用棟黒髪Ⅰ 1 階 情報電気電子講義室

- 議題： ① 講演 1 地域コミュニティの現状と小電力無線システム利活用の可能性
② 講演 2 小電力無線システムの現状について
③ 検討会概要
④ 公開実験

6. 第 5 回会合

日時： 平成 28 年 2 月 9 日（火）15:00～16:00

場所： ホテル メルパルク熊本 金峰

- 議題： ① 小電力無線システムの高度化に関するセミナーの実施報告について
② 報告書（案）について

ニーズ調査

ニーズ調査として、アンケートとヒアリングを実施した。付表 5-1 に実施スケジュールを示す。

付表 5-1 ニーズ調査の実施スケジュール

項目	内容
日程	平成 27 年 8 月 19 日（水）、平成 27 年 8 月 25 日（火）～平成 8 月 27 日（木）
場所	熊本県阿蘇郡高森町 総合センター 熊本県阿蘇郡高森町 高森町役場 熊本県熊本市西区小島 熊本市西区役所 熊本市西区 城西校区自治会 集会所

1. アンケート

ニーズ調査のため、一般住民を中心にアンケートを実施した。

1.1 項目

実施したアンケート用紙に記載の項目を以下に示す。

設問	設問内容
1	普段ご近所の方とコミュニケーション（会話や意思疎通）する相手は何人位ですか。 ① 2～3 人程度 ② 5～6 人程度 ③ 10 人程度 ④ その他（ ）
2	ご近所の方とのコミュニケーションの方法はどうされていますか。【複数回答可】 ① 固定電話 ② 携帯電話 ③ メール等 ④ 立ち話 ⑥ その他（ ）
3	ご近所の方のうち、よくコミュニケーションを取っている方の住所は、どの位（何メートル位）離れていますか。【 】
4	病气やケガ等、障がいや要介護の状況で動けないときに、何かあった時に誰と連絡しますか。 【複数回答可】 ① 同居の家族 ② 別居の家族・親戚 ③ ご近所の方 ④ 警察・消防等 ⑤ その他（ ）
5	電話の場合は通話料金が掛かりますが、通話料金が掛からないとうれしいですか。 ① そう思う ② やや思う ③ まあまあ思う ④ あまり思わない ⑤ 思わない ⑥ その他（ ）
6	ご近所の方全員と通話ができる無線機があると便利だと思いますか。 ① そう思う ② やや思う ③ まあまあ思う ④ あまり思わない ⑤ 思わない ⑥ その他（ ）
7	病气やケガ等で動けない状況のときに、ご近所の方がすぐに駆けつけてくれるような仕組みがあると便利だと思いますか。 ① そう思う ② やや思う ③ まあまあ思う ④ あまり思わない ⑤ 思わない ⑥ その他（ ）
8	ここからは、検討中の「地域コミュニティ無線」についての質問になります。何かあった時に、ボタン一つ押すだけでご近所の特定の方又はご近所の方全員に連絡できる仕組みは必要だと思いますか。（「特定の方」とは、あらかじめ選んでいただいた方を言いま

	す。) ① そう思う ② やや思う ③ まあまあ思う ④ あまり思わない ⑤ 思わない ⑥ その他 ()
9	さらにボタンも押せないような状況のときに、短時間だけ身の回りの音声（自分の声を含む。）をご近所の特定の方に知らせる仕組みがあると便利だと思いますか。 ① そう思う ② やや思う ③ まあまあ思う ④ あまり思わない ⑤ 思わない ⑥ その他 ()
10	ボタンを押すことで、相手の位置を探索できる仕組みがあると便利だと思いますか。例えば、徘徊している人や迷子の子供を探すなどの利用が見込まれると思います。 ① そう思う ② やや思う ③ まあまあ思う ④ あまり思わない ⑤ 思わない ⑥ その他 ()
11	視覚に障害がある場合、ブザーやバイブレーション（振動）等で通知を知らせる仕組みは必要と思われますか。 ① そう思う ② やや思う ③ まあまあ思う ④ あまり思わない ⑤ 思わない ⑥ その他 ()
12	聴覚に障害がある場合、LED（ランプ）の発光で通知を知らせる仕組みは必要と思われますか。 ① そう思う ② やや思う ③ まあまあ思う ④ あまり思わない ⑤ 思わない ⑥ その他 ()
13	近隣住民との連絡手段で、通話料金が掛からないとすると積極的に購入を検討しますか。 ① そう思う ② やや思う ③ まあまあ思う ④ あまり思わない ⑤ 思わない ⑥ その他 ()
14	地域コミュニティ無線はどのようなべきだと思いますか。【複数回答可】 ① 小型 ② 軽量 ③ 操作が簡単 ④ 免許や資格などが不要で誰でも使用できる ⑤ 通話料金が不要 ⑥ その他 ()
15	その他、ご意見がありましたらご自由にご記入ください。

1.2 基本情報

本調査検討会のアンケートを実施した内訳を以下に示す。

（１）性別

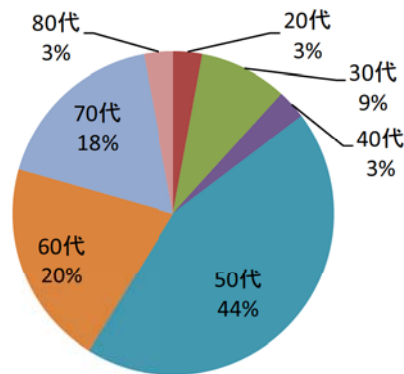
男性 30 名、女性 4 名である。

（２）家族構成

家族と同居が 34 名である。今回の調査では独居している人はいなかった。

（３）年齢像

アンケートを実施した年齢層を付図 5-1 に示す。今回のアンケートでは 50 代の 15 名が最も多く、全体傾向でも 50 代～70 代で 82%を占めていた。



付図 5-1 アンケート実施対象者の年齢層

(4) 職業

何らかの仕事に従事している人は 25 名、無職は 9 名であった。今回の調査では学生はいなかった。

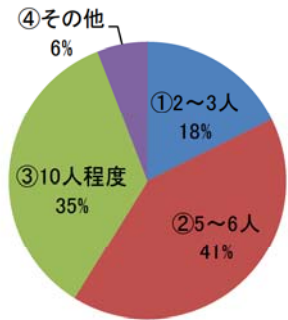
1.3 結果

アンケートの設問毎における結果を以下に示す。

(設問 1) 主にコミュニケーションする人数

付表 5-2 設問 1 の回答数

回答項目	回答数
①2～3 人	6
②5～6 人	14
③10 人程度	12
④その他	2



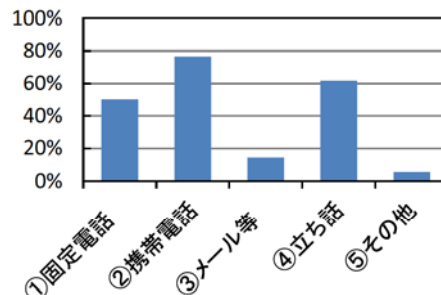
付図 5-2 設問 1 の割合

- 個人が主にコミュニケーションする人数は、5～6 人が 41%、10 人程度は 35%、2～3 人は 18%である。
- その他の回答には、町内全域として 100 名程度を相手とした同報通信のニーズが見込まれる意見が 1 名より挙げられている。

(設問 2) 普段使われているコミュニケーション方法 (複数回答)

付表 5-3 設問 2 の回答数

回答項目	回答数
①固定電話	17
②携帯電話	26
③メール等	5
④立ち話	21
⑤その他	2



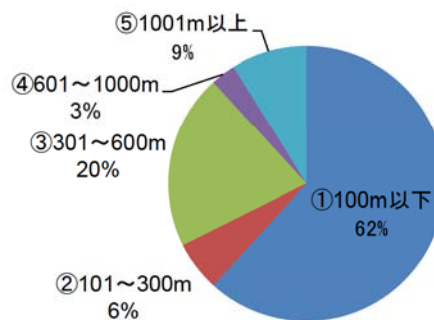
付図 5-3 設問 2 の割合

- 携帯電話は 76%の方が利用しており、70 歳以上の高齢者は 100%利用している。
- その他、相手の家まで訪問するという回答が 1 件ある。

(設問 3) コミュニケーションを取る距離

付表 5-4 設問 3 の回答数

回答項目	回答数		
	全体	熊本市内	高森町
①100m 以下	21	4	17
②101～300m	2	1	1
③301～600m	7	1	6
④601～1000m	1	0	1
⑤1001m 以上	3	0	3



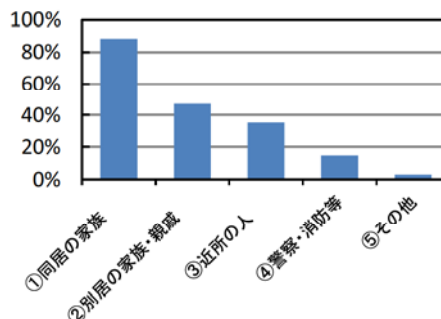
付図 5-4 設問 3 の割合

- 600m 以下が全体の 88%である。
- 熊本市 (都市部) では、100m 以下が 67%である。
- 高森町 (郊外地) では、600m 以下が 86%である。

(設問 4) いざという時の連絡先 (複数回答)

付表 5-5 設問 4 の回答数

回答項目	回答数
①同居の家族	30
②別居の家族・親戚	16
③近所の人	12
④警察・消防等	5
⑤その他	1



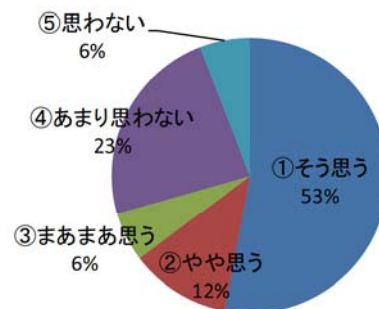
付図 5-5 設問 4 の割合

- 病気やケガ等、障がいや要介護の状況で何かあった時に連絡するのは「家族・親戚」の 94%であり、近所の人に連絡するのは 35%である。

(設問 5) 通話料金の無料希望

付表 5-6 設問 5 の回答数

回答項目	回答数
①そう思う	18
②やや思う	4
③まあまあ思う	2
④あまり思わない	8
⑤思わない	2



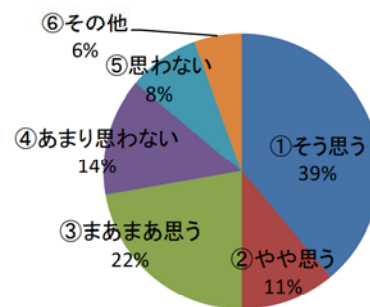
付図 5-6 設問 5 の割合

- 「まあまあ思う」までの肯定的な回答は 71%である。

(設問 6) 近所全員との通話が便利であるか

付表 5-7 設問 6 の回答数

回答項目	回答数
①そう思う	14
②やや思う	4
③まあまあ思う	8
④あまり思わない	5
⑤思わない	3
⑥その他	2



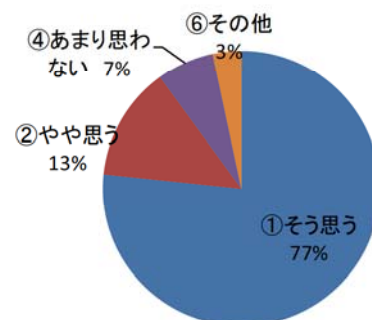
付図 5-7 設問 6 の割合

- 「まあまあ思う」までの肯定的な回答は 72%である。
- 老人会、婦人会等の集会の連絡が結構あるので便利との意見がある。

(設問 7) 近所の方がすぐに駆けつけてくれる仕組みの必要性

付表 5-8 設問 7 の回答数

回答項目	回答数
①そう思う	23
②やや思う	4
③まあまあ思う	0
④あまり思わない	2
⑤思わない	0
⑥その他	1



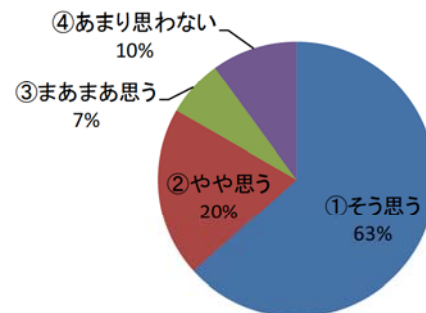
付図 5-8 設問 7 の割合

- 「まあまあ思う」までの肯定的な回答は 90%である。
- その他、超高齢化している過疎では駆けつけが不可能との意見がある。

(設問 8) ボタン押下だけで特定又は不特定の相手に連絡できる仕組みが必要か

付表 5-9 設問 8 の回答数

回答項目	回答数
①そう思う	19
②やや思う	6
③まあまあ思う	2
④あまり思わない	3
⑤思わない	0
⑥その他	0



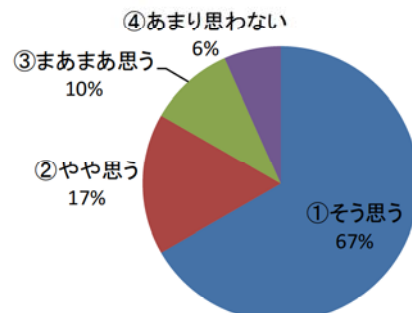
付図 5-9 設問 8 の割合

➤ 「まあまあ思う」までの肯定的な回答は 90%である。

(設問 9) ボタン押下できない状況でも、身の回りの音声を知らせる仕組みが必要か

付表 5-10 設問 9 の回答数

回答項目	回答数
①そう思う	20
②やや思う	5
③まあまあ思う	3
④あまり思わない	2
⑤思わない	0
⑥その他	0



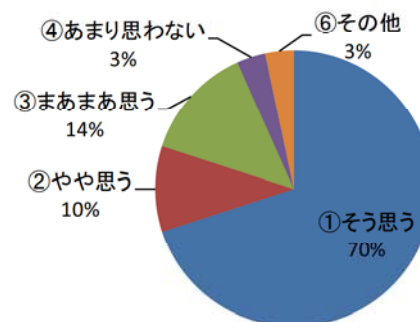
付図 5-10 設問 9 の割合

➤ 「まあまあ思う」までの肯定的な回答は 93%である。

(設問 10) ボタンを押下することによる位置探索の仕組みが必要か

付表 5-11 設問 10 の回答数

回答項目	回答数
①そう思う	21
②やや思う	3
③まあまあ思う	4
④あまり思わない	1
⑤思わない	0
⑥その他	1



付図 5-11 設問 10 の割合

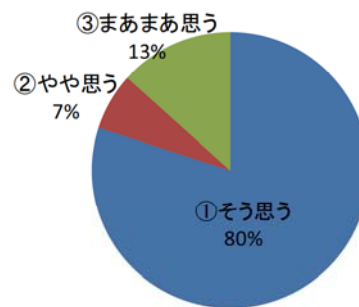
➤ 「まあまあ思う」までの肯定的な回答は 94%である。

➤ その他、ケースによるとの意見があったが、基本的には肯定的な意見である。

(設問 11) 視覚障がい者のためのブザーやバイブレーション等の仕組みが必要か

付表 5-12 設問 11 の回答数

回答項目	回答数
①そう思う	24
②やや思う	2
③まあまあ思う	4
④あまり思わない	0
⑤思わない	0
⑥その他	0



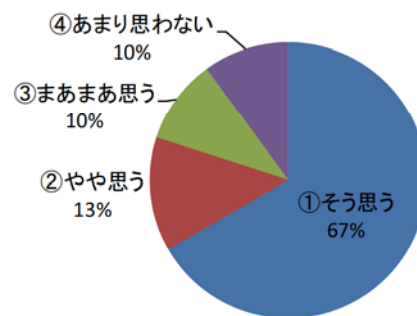
付図 5-12 設問 11 の割合

➤ 「まあまあ思う」までの肯定的な回答は 100%である。

(設問 12) 聴覚障がい者のための LED 等の仕組みが必要か

付表 5-13 設問 12 の回答数

回答項目	回答数
①そう思う	20
②やや思う	4
③まあまあ思う	3
④あまり思わない	3
⑤思わない	0
⑥その他	0



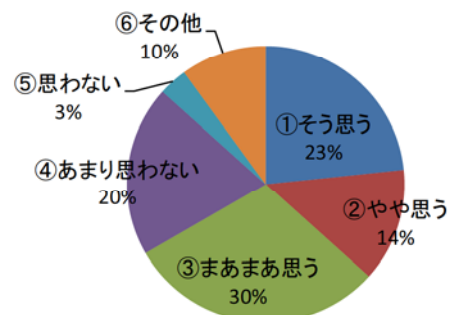
付図 5-13 設問 12 の割合

➤ 「まあまあ思う」までの肯定的な回答は 90%である。

(設問 13) 通話料金が掛からないとすると積極的に購入を検討するか

付表 5-14 設問 13 の回答数

回答項目	回答数
①そう思う	7
②やや思う	4
③まあまあ思う	9
④あまり思わない	6
⑤思わない	1
⑥その他	3



付図 5-14 設問 13 の割合

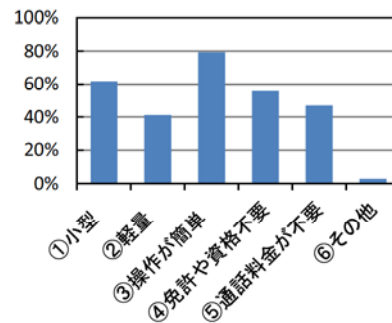
➤ 「まあまあ思う」までの肯定的な回答は 67%である。

➤ その他、価格次第との意見がある。

(設問 14) 地域コミュニティ無線はどのようなべきだと思いますか (複数回答可)

付表 5-15 設問 14 の回答数

回答項目	回答数
①小型	21
②軽量	14
③操作が簡単	27
④免許や資格不要	19
⑤通話料金が不要	16
⑥その他	1



付図 5-15 設問 14 の割合

- 小型、操作が簡単を希望する割合は 60%以上である。
- 免許や資格不要、通話料金が不要は 50%程度、軽量については 40%程度である。
- 防災等で行政から支給する方法で小型、シンプルを望む意見がある。

(設問 15) その他ご意見

その他、4 名の方より以下の意見・要望があった。

- トランシーバーがあれば無駄話やお茶のお誘いも簡単にできそうな気がする。
- 携帯電話で代用できてしまう。
- 超高齢者化で無線の操作ができるか疑問である。
- 充電したまま置いておくことができる仕様にしてほしい。

2. ヒアリング

ニーズ調査のため、市の職員、自治会の役員を中心にヒアリングを実施した。

2.1 項目

実施したヒアリング用紙に記載の項目を以下に示す。

設問	設問内容
1	ご担当の業務概要を教えてください。
2	ご担当部署で把握されている、実際にコミュニティに関する活動をされている団体はどのようなものがあり、そのような活動をされていますか。具体的に事例を教えてください。 例えば、自治会、町内会、ボランティア会、子ども会、防犯協会等
3	上記活動団体とご担当部署は定期的または不定期に意見交換会や勉強会などのような催しは実施されるのですか。 ・どのような内容の情報交換が行われるのでしょうか。
4	上記活動団体の人数はどの程度になりますか。
5	上記活動団体の活動範囲はどの程度になりますか。例えば小学校区や自治会等
6	上記活動団体の活動は毎日または毎月、何かしらの活動をされるのでしょうか。 特に、要介護者や独居暮らし、病気やケガで動けない人、子供の見守りについて平常時・非常時の活動について現状を確認する。
7	本検討会では、地域コミュニティ（資料 2-3 地域コミュニティ無線の必要な機能から「2. 利用シーン」）の利用シーンを説明する。 ここで、利用シーンから地域コミュニティ無線システムの概要を理解して頂く。
8	ご担当部署で「地域コミュニティ無線システム」が利用できるシーンについて質問させていただきます。 ①音声通話について ・必要最低限なエリアは隣近所と考えているが十分だと思いますか。 ・この時の想定する通話エリアはどの位あると有効だと思われるか ・ご近所の特定の人又は不特定の人と通話ができると便利だと思いますか。 ・1回の通話時間はどの位あれば十分だと思われますか。 ②要介護者、障がい者、独居暮らしの方の利用シーンについて ・ボタン一つ押すだけで、ご近所の複数の住民に「何かあった事を」通知することは必要と思われますか。 ・例えば、定期的に巡回しているが応答が無い場合や捜索などで（徘徊老人や子供）、その無線機の周囲の音声を拾って受信することで、状況を把握できることは必要と思われますか。 ・例えば、子供や徘徊老人の捜索が必要となった場合、位置情報（GPS 位置データ）や相手の位置が判る仕組みは必要だと思われますか。 ・どの位の精度が必要と思われますか ③近隣住民との連絡で、通話料金が掛からない通信の仕組みはどのように思いますか。 ・ご担当部署で必要と思われますか。 ・積極的に購入を検討されますか。 ④形状等について ・通信機は誰でも持ち運べ、操作が簡単であることが望まれると思いますが。小型・軽量の他に、1回の充電で使える時間はどの程度を希望しますか。 ・操作が簡単と思われるのは、電源スイッチやボリュームつまみ以外にボタン何個位までと思われますか。 ・視覚に障害がある方が音声で対応する場合に、最初の受信時にブザー等の通知がある

	と便利だと思いますか。または、バイブレーションによる通知。 ・聴覚に障害がある方が音声で対応するのは難しいと思いますが、最初の受信時に大きな LED 等が光るなどの機能があると有効だと思いますか。 ・視覚または聴覚に障害がある方は、実際の現場ではどのような対応をされているのでしょうか。 ⑤その他 ・懸念事項はありますか。 ・例えば、コミュニティに入りたがらない人への対応はどう思いますか。 ・例えば、プライバシー（家族の病気を知られたくない等）についてどう考えますか。
--	--

2.2 結果

ヒアリングの設問毎における結果を以下に示す。ただし、設問を設けているが、ヒアリング対象者によっては、担当外である等の理由により回答できない項目もあった。ヒアリングした結果を以下にまとめる。

付表 5-16 コミュニティに関する活動団体のヒアリング

コミュニティに関する活動団体	対象者
地域防災（見守り含む） 25、6 ヲ所。今年で立ち上げてから 2 年目	市の職員
コミュニティスクール*1、学校教育運営会	
老人クラブや社会福祉協議会	
自治会、町内会、防犯協会	
自治会の自主防災クラブ連合会（城西校区） （本部（会長）一地区責任者 3 ヲ所（島崎 A 地区、島崎 B 地区、横手地区）一町内責任者（11 町）	町内会役員 （城西校区）

※1 保護者が減ってきたので地域で面倒を見る方式。地方ではこの様な流れになっている。

付表 5-17 意見交換会や勉強会の開催頻度に関するヒアリング

意見交換会や勉強会の開催頻度について	対象者
必要に応じて	市の職員
1 回/年 防災訓練	
学校のイベント毎 3～4 回/年	
役場は団体を管理する立場なので、あまり直接的な関与はない。	
城西校区 <自治会で構成する自主防災クラブ連合会> H22/10/30 から簡易無線機を導入し、活動開始。無線機は合計 23 台。 無線機の使用は、以下のときと決められている。 （1）集中豪雨（熊本地方に大雨警報・洪水警報が発表されたとき） （2）台風（熊本県を直撃する恐れがあり熊本市水防本部が開設されたとき）	町内会役員 （城西校区）

(3) マグニチュード 6.0 以上が熊本で発生したとき 防災訓練で使用する。(1 回/年) 導入経緯: 3.11 の災害で固定・携帯電話が使えなかったから。 導入費用: 最初の 17 台は高齢介護福祉課の要介護者に対する費用(全額)。6 台はコミュニティ助成により半額負担で購入。機種は VXD-10/VXD-20 チャンネル使用方法: ch5 固定 ⇔ ch6、7 ⇔ その他の ch を繰り返し利用	
---	--

付表 5-18 活動団体の人数に関するヒアリング

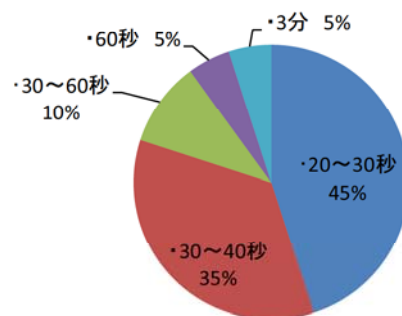
活動団体の人数について	対象者
50 人位	市の職員
50~60 人程度。最大 300 人。	
見守りは地域毎に世話役(2~3 人)を決めて声掛けを実施している。	
2 区域	
自治会単位(数十世帯~、100 人~)	市の職員
城西校区 13,500 人、5,200 世帯(要介護者 350 人) * 熊本日新聞記事参照	

付表 5-19 必要最低限なエリアに関するヒアリング

必要最低限なエリアは近所で十分と思われるか	対象者
場所による。特に山間部の隣近所は 2km 以上離れていることがある。	市の職員
中継できるとよい。	
町内全域をカバーするなど大きい方がよい。	
位置探索で徘徊老人は他県まで移動するので隣近所では狭い。	

付表 5-20 一回あたりの通話時間

回答項目	回答数
20 秒~30 秒	9
30 秒~40 秒	7
30 秒~60 秒	2
60 秒(防災行政無線の放送と同程度)	1
3 分	1



付図 5-16 1 回の通話時間の割合

付表 5-21 通話の相手に関するヒアリング

特定の人又は不特定の人と通話できると便利か
地域を代表する人且つ扱える人が持つべき
公平、公正が条件。全家庭に1台

付表 5-22 購入に関するヒアリング

積極的に購入を検討されるか
安ければ
補助金などで自治体が購入し個人又は活動団体に配布することを希望する

付表 5-23 充電に関するヒアリング

一回の充電で使える時間
3日間
特に無いが、高齢者は電池交換を行うことが厳しい。常時 AC 電源で直接充電する方法が良い。
1日

付表 5-24 地域コミュニティ無線の形状・操作性に関するヒアリング

形状・操作性について
ボタンにボツボツの突起が必要。(ボタンと識別するため)
小さいほうが良い。(大きいと煩わしい)
簡単、明瞭、最小限の形状
バイブレーションは分からない時が多い、身に着けていない時もあるので不要と思われる。
着信音は種類があるとよい。(グループと音を割り付ける)
普段家にいない。家に置いとく時間が多いので大きくてもよいのでは。携帯があるので持ち出すことはない。
バイブレーションは不要。判らないことが多い。

付表 5-25 懸念事項の意見

懸念事項
相手の状況を確認する仕組みは？ハッキングなどが心配。セキュリティは大切である。ID 情報を盗まれることはないか？
緊急通報システム（固定電話）が導入されているがあまり使われていない。同じようになるかもしれない。（操作ができない人もいる）
高齢者は使いこなすのは難しいと思われる。
徘徊老人の捜索に用いる仕組みとしては動物検知通報システムと同じ様な仕組みを用いることでよいのでは。
エリアは大きいほうが良い。中継できると良い。
会話すら難しい人もいるので無線機の操作は難しいのでは。
徘徊老人は他県まで移動するケースがあるが、地域にいるのか？いないのか？分かるので、捜索範囲が絞れる可能性がある。
電池の交換はしない。充電し忘れが多いと思う。（携帯も充電しない（充電しているつもりがされていない））
飾りっぱなしとなる。（電池が切れてそのまま使われない可能性がある。）
携帯電話で代用できる。携帯電話と無線機の 2 台持ちはあまり歓迎されない。LINE で連絡している。
誰でも使える。安くて軽いのが良い。
声が聞こえるのはよい。受信記録が残ると良い。
お年寄りに絞った機能がよい。
無線機に横文字は NG。着信音は種類があるとよい。カラーバリエーションを増やして欲しい。
お試し期間などのモデル実験をどこかで実施する必要があるのでは。
防災のように 1 家に 1 台。情報だけ聞くことでも安心する。
防災行政無線の拡声器で聞こえる範囲は 1km もない。今の簡易無線機は 3km 程度飛ぶのでカバーできる。横手地区は半径 500m だが起伏があるので不感地帯があるのと、不安定な時がある。また、天候による影響もある。⇒地域コミュニティ無線ではこの様なことが無い様に検討をお願いしたい。
町内会での配布は公平、公正が条件。全家庭に 1 台
電波利用料が不要になるのはうれしい。

付表 5-26 地域コミュニティ無線の普及に関するヒアリング

コミュニティに入らない人の対応
嫌がる人はどうしようもない。利便性をうまくアピールするしかない。
あの人が入るなら入らないというケースはあるかも。
地域コミュニティとして加入し情報だけ得ることができるので問題ないのでは。本人は喋らなくてもよいので。
自治会に入っていない人も大勢いる。(町内会費を払いたくない。300 円/月) ⇒十分説明を尽くすしかない。入らないのはしょうがない。

付表 5-27 プライバシーに関するヒアリング

プライバシー（病気などを知られたくない）について
嫌がる人はどうしようもない。利便性をうまくアピールするしかない。
高齢者はあまり考えないと思われる。
高齢者は逆に知っていてほしいと思われる。特定の人に知られるのは問題ないと思われる。
人命が大切なのであまり考えなくてよいのでは。
本人は良くて遠方の家族が苦情を言うケースもある。また、家族も 1 枚岩ではない。
携帯電話でもあるように、無線機の画面に表示される通信相手の名称や ID 番号を盗み見されるケースがある。
こだわる人と、そうでもない人がいる。個別に対応。
いのちのボタンというのがある。 救急情報を記入した紙を筒の中に入れて、冷蔵庫の中にしまっておく。救急情報があることが判るように、冷蔵庫の右上と玄関の内側にシール又はステッカーで貼っておくことで、緊急時に役立てる仕組み。

机上検討

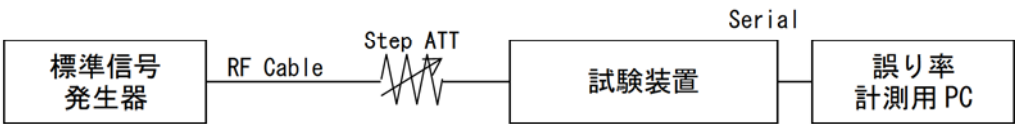
本付属資料は、机上検討のために実施した屋内での測定について取りまとめたものである。各測定項目における測定方法や結果について示す。付表 6-1 に実施スケジュールを示す。

付表 6-1 机上検討の実施スケジュール

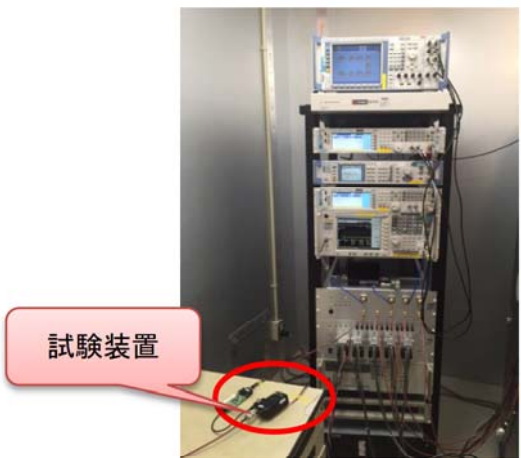
項目	内容
日程	平成 27 年 8 月 19 日（水）
場所	東京都中央区日本橋浜町 アイコム株式会社内

1. 受信感度

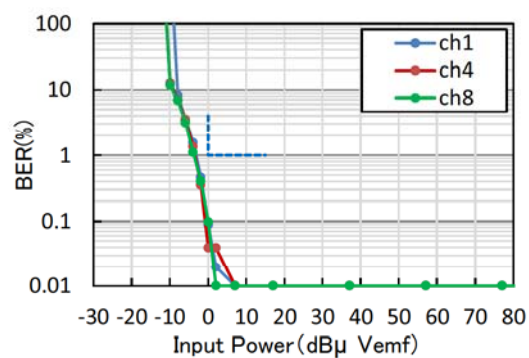
試験装置の受信感度を測定するために用いた測定構成を付図 6-1、測定風景を付図 6-2 に示す。受信感度の測定は有線接続とし、標準信号発生器からの信号を Step ATT で調整し、試験装置で受信電力と BER を測定した。受信電力を十分高くし、BER が発生していない状況から BER 測定ができない状況となるまで受信電力を低くさせた時の各装置の BER の変化を付図 6-3 に示す。その際、各装置のチャンネルは、下限の ch1、中間の ch4、上限の ch8 を用いた。チャンネルを変化させてもほぼ同じ結果であった上、8 台の装置の BER が 1×10^{-2} となる受信電力は $-2.33\text{dB} \mu\text{Vemf}$ から $-3.73\text{dB} \mu\text{Vemf}$ であり約 1dB 程度の範囲であった。受信感度の測定結果より試験装置はどれもほぼ同じ受信感度の特性であることが確認できた。また、受信電力の平均値は $-3.24\text{dB} \mu\text{Vemf}$ の -116.3dBm であった。



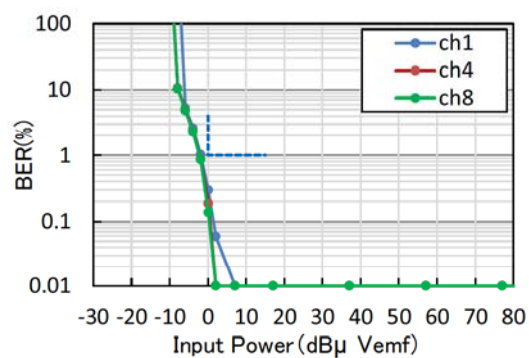
付図 6-1 有線接続による測定構成



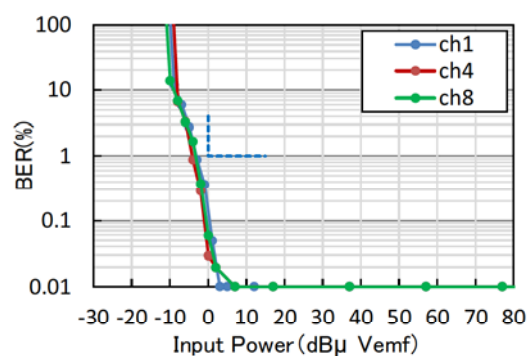
付図 6-2 測定風景



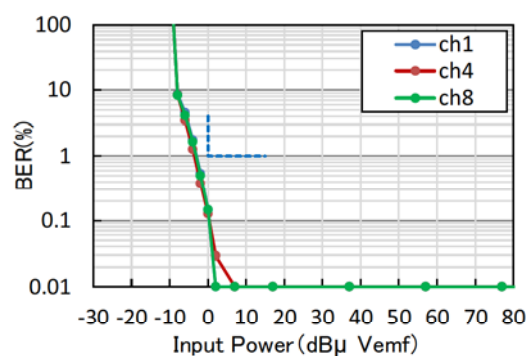
(a) 無線機 No. 1



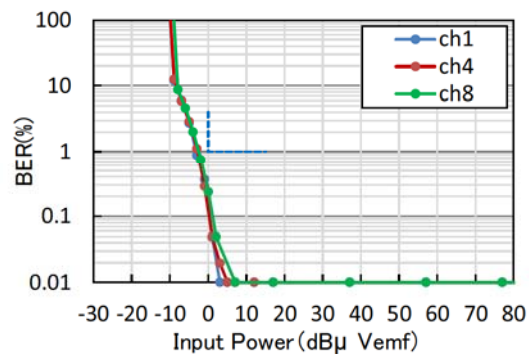
(b) 無線機 No. 2



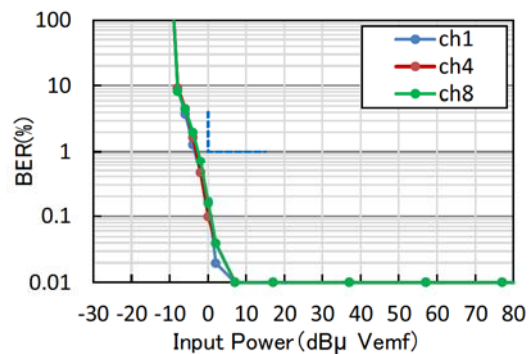
(c) 無線機 No. 3



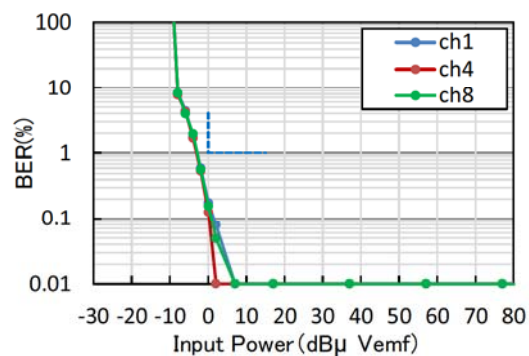
(d) 無線機 No. 4



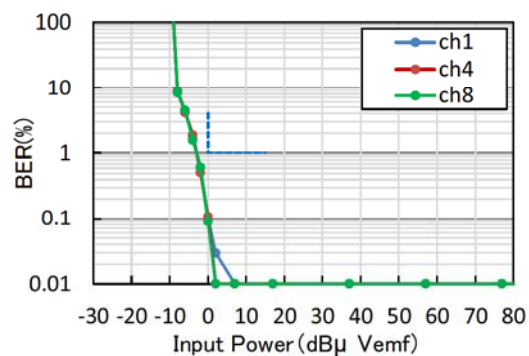
(e) 無線機 No. 5



(f) 無線機 No. 6



(g) 無線機 No. 7



(h) 無線機 No. 8

付図 6-3 各試験装置における受信感度

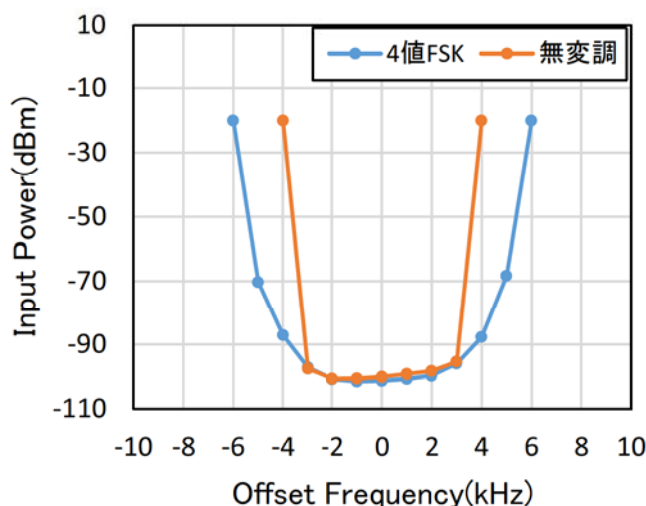
2. キャリアセンス

試験装置のキャリアセンスを測定するために用いた測定構成を付図 6-4 に示す。キャリアセンスの測定は有線接続とし、標準信号発生器からの信号を Step ATT で調整し、試験装置への入力電力とキャリアセンス動作状況を測定する。標準信号発生器から 4 値 FSK の変調波または無変調の信号のいずれかを試験装置に入力した際にキャリアセンスが動作した受信機入力電力を測定した。

付図 6-5 にオフセット周波数とキャリアセンスが動作した時の受信機入力電力の結果を示す。測定結果では 4 値 FSK の変調波がオフセット周波数 0kHz において -99.7dBm (4.63 μ V) でキャリアセンスが動作した。



付図 6-4 有線接続による測定構成

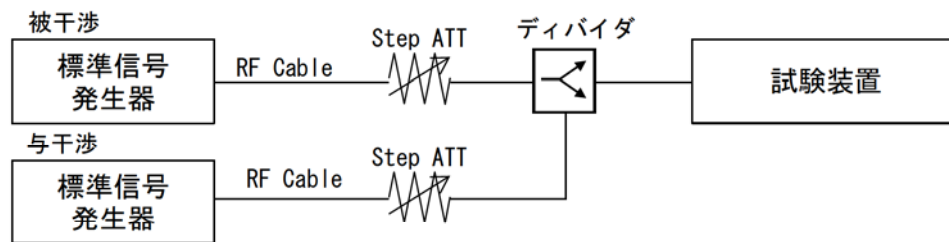


付図 6-5 オフセット周波数と入力電力の結果

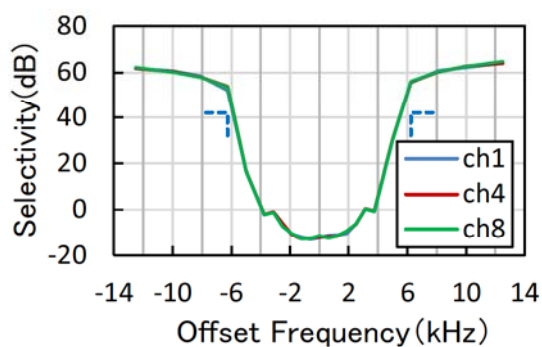
3. 隣接チャネル選択度

試験装置の隣接チャネル選択度を測定するために用いた構成系を付図 6-6 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 Step ATT で調整し、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 Step ATT で調整し、ビット誤り率が 1×10^{-2} となる試験装置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 ± 12.5 kHz までオフセットした。その際、各装置のチャネルは、下限の ch1、中間の ch4、上限の ch8 を用いた。測定結果を

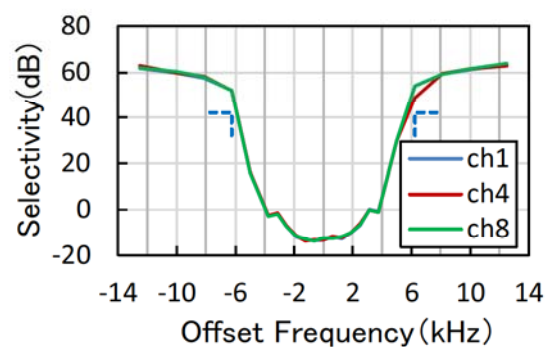
付図 6-7 に示す。チャンネルを変化させてもほぼ同じ結果であった上、8 台の装置の BER が 1×10^{-2} となる隣接チャンネル選択度はオフセット周波数 6.25kHz において、48.8dB から 52.1dB であり、測定結果より試験装置はどれもほぼ同じ隣接チャンネル選択度の特性であることが確認できた。また、隣接チャンネル選択度の平均値は 50.1dB であった。



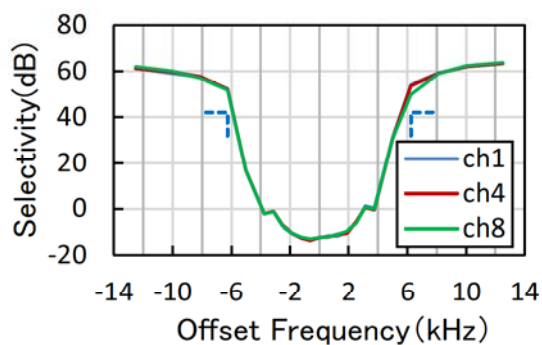
付図 6-6 有線接続による測定構成



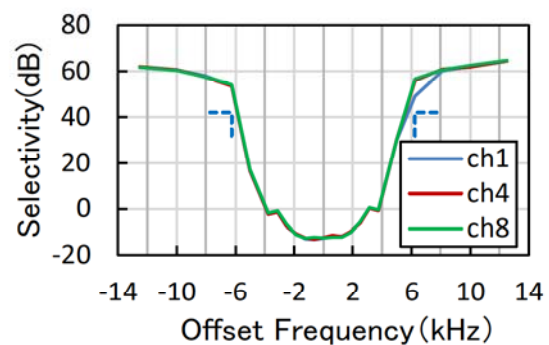
(a) 無線機 No. 1



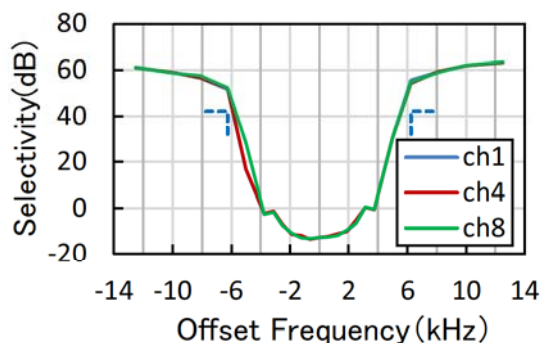
(b) 無線機 No. 2



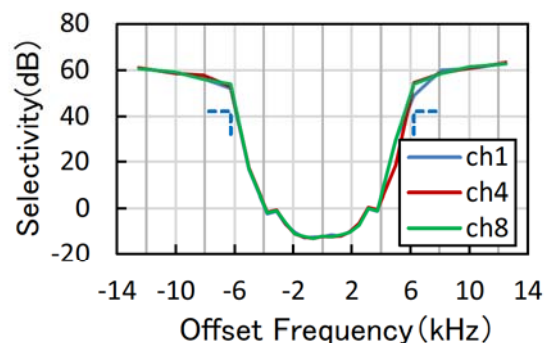
(c) 無線機 No. 3



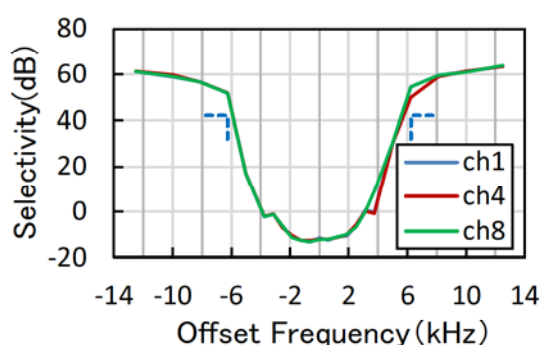
(d) 無線機 No. 4



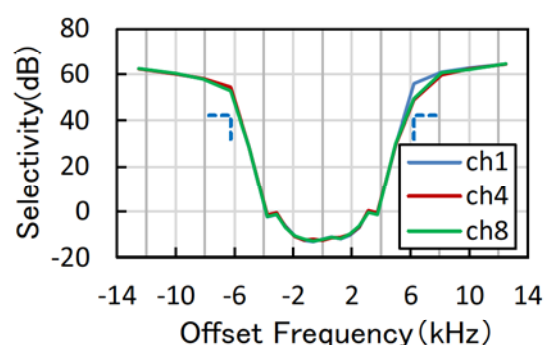
(e) 無線機 No. 5



(f) 無線機 No. 6



(g) 無線機 No. 7

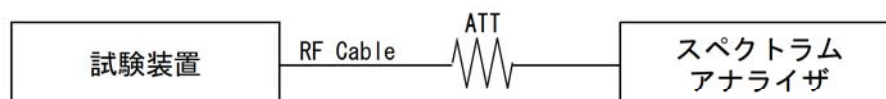


(h) 無線機 No. 8

付図 6-7 各試験装置における隣接チャネル選択度

4. 隣接チャネル漏洩電力

試験装置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 6-10 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スペクトラムアナライザで測定する。この時、スペクトラムアナライザへの過入力を避けるため ATT を用いる。測定結果を付表 6-2 に示す。チャネルを変化させてもほぼ同じ結果であった上、8 台の装置の隣接チャネル漏洩電力はオフセット周波数±6.25kHz において、71.0dB から 72.2dB であり、測定結果より試験装置はどれもほぼ同じ隣接チャネル漏洩電力の特性であることが確認できた。



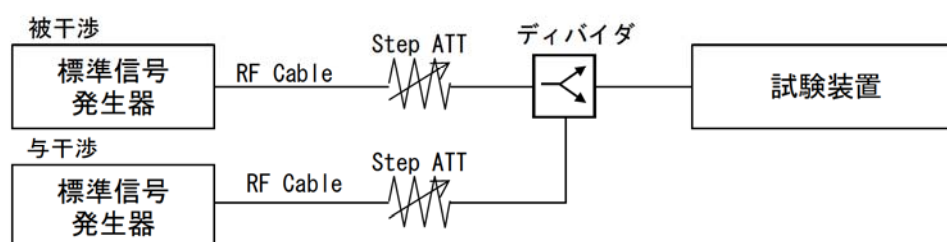
付図 6-8 有線接続による測定構成

付表 6-2 測定結果（単位 dB）

無線機 No.	ch1		ch4		ch8		最小
	-6.25kHz	+6.25kHz	-6.25kHz	+6.25kHz	-6.25kHz	+6.25kHz	
1	72.1	71.8	71.0	71.6	71.0	71.8	71.0
2	71.2	71.5	71.7	72.1	72.2	71.9	71.2
3	71.7	72.2	71.9	71.6	72.0	71.5	71.5
4	71.2	71.3	71.4	71.3	71.0	71.3	71.0
5	71.6	71.6	71.6	72.0	71.0	71.8	71.0
6	72.0	71.6	71.1	71.6	71.2	71.8	71.1
7	72.0	71.7	71.0	71.8	71.1	71.7	71.0
8	71.7	71.4	71.6	71.8	71.3	71.6	71.3

5. 相互変調特性

試験装置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 6-9 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 Step ATT で調整し、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 Step ATT で調整し、ビット誤り率が 1×10^{-2} となる試験装置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、各装置のチャネルは、下限の ch1、中間の ch4、上限の ch8 を用いた。測定結果を付表 6-3 に示す。チャネルを変化させてもほぼ同じ結果であった上、8 台の装置の相互変調特性は、60.1dB から 61.5dB であり、測定結果より試験装置はどれもほぼ同じ相互変調特性であることが確認できた。



付図 6-9 有線接続による測定構成

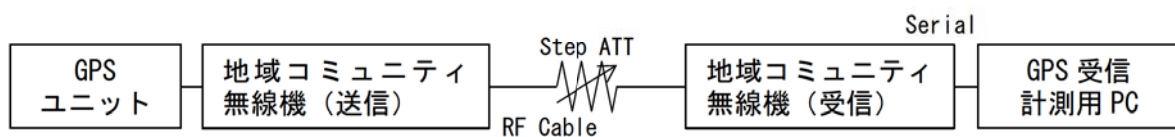
付表 6-3 測定結果（単位 dB）

無線機 No.	ch1		ch4		ch8		最小
	下側	上側	下側	上側	下側	上側	
1	61.3	63.0	61.7	63.3	61.7	63.4	61.3
2	61.7	62.4	61.2	62.9	61.6	62.5	61.2
3	60.5	63.2	61.2	62.6	60.5	62.7	60.5
4	61.5	63.5	61.5	63.7	61.9	63.0	61.5
5	60.5	62.2	61.0	62.9	60.1	62.7	60.1
6	60.2	62.0	60.4	61.7	60.1	62.4	60.1
7	60.9	62.8	61.0	62.6	60.4	62.9	60.4
8	61.5	62.7	61.4	63.5	62.0	63.1	61.4

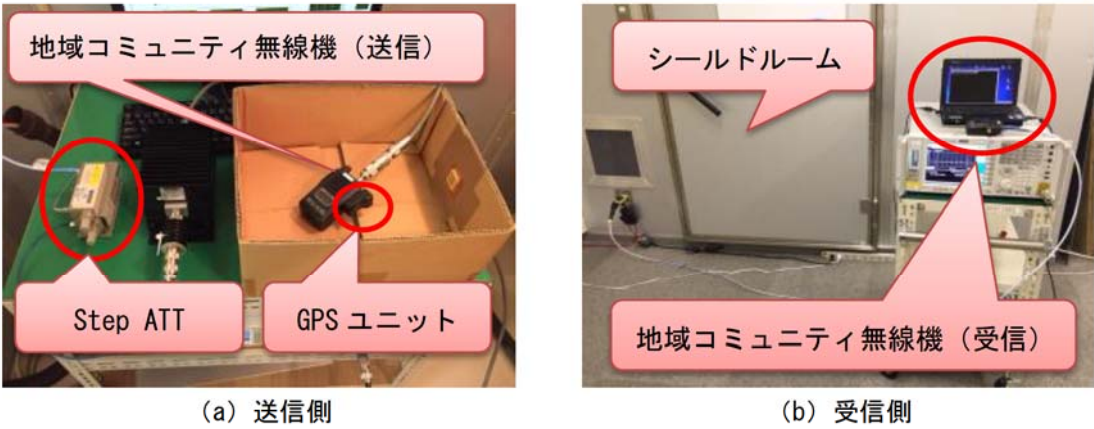
6. GPS 通信特性

地域コミュニティ無線機における GPS 受信特性の試験結果を以下に示す。付図 6-10 に測定構成系を示す。試験は有線接続とし、地域コミュニティ無線機に接続した GPS ユニットで受信した位置情報を Step ATT で調整し、受信側の地域コミュニティ無線機へ送信し、その時の入力電力と受信確率を確認する。受信確率は GPS 情報を 50 回送信した時に正常に受信した回数とした。なお、地域コミュニティ無線機からの漏れこみを除外するため、送信側の地域コミュニティ無線機はシールドルームに入れて測定を行った。付図 6-11 に測定風景を示す。

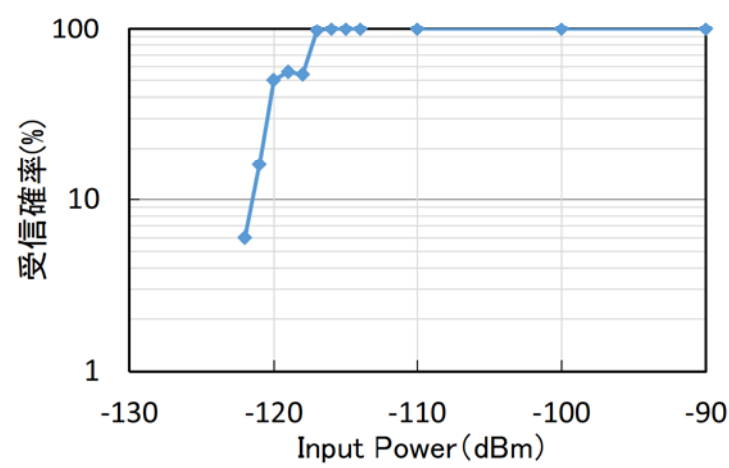
付図 6-12 に GPS の通信特性結果を示す。地域コミュニティ無線機の入力電力が -116dBm では受信確率 100%であり、 -117dBm では 98%となって受信確率が低下した結果となった。 -122dBm では 6%まで低下し、以降は受信ができなかった。 -116dBm は BER1%値における受信電力と同じであり、大凡同じ入力電力でエラーが発生していることも確認ができた。



付図 6-10 有線接続による測定構成



付図 6-11 測定風景



付図 6-12 有線接続による測定構成

フィールド試験（周波数帯による比較試験）

（１）受信電力距離特性

付図 7-1 に、伝搬比較試験で取得した各周波数帯の受信電力と伝搬モデル式との比較結果を示す。同図に示す伝搬モデルに用いた計算諸元はフィールド試験で使用した無線機の諸元を引用した。各測定地点及び周波数帯のグラフより、測定結果は平面大地もしくは拡張秦式に近似していることがわかる。回線設計では、伝搬損失の計算値が実測値よりも大きくなる拡張秦モデルを用いることが望まれる。

（２）距離特性と受信電力の相関

付図 7-2 に、各想定地点における周波数帯の距離特性と受信電力の相関結果を示す。距離特性のグラフには測定データから求めた近似曲線も合わせて示す。150MHz 帯と 400MHz 帯を比較した場合、いずれの測定地点においても、150MHz 帯の伝搬特性が良い結果であったことが得られた。なお、付図 7-2 以降に示すグラフについては、周波数帯による比較を行いやすくするため、測定無線機の送受信アンテナ利得及びケーブル損失の差を補正する。具体的には各周波数帯の送受信アンテナ利得の合計が 0dBi となるように、以下の補正値を測定した受信電力に減算する。

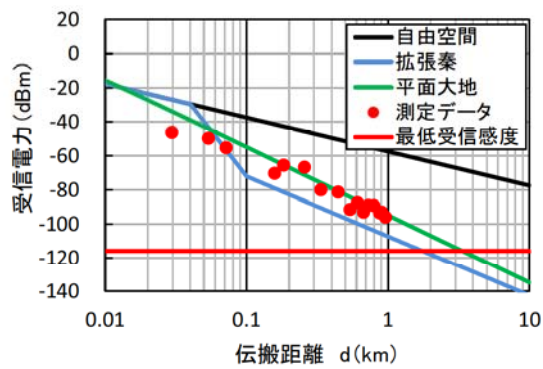
150MHz 帯： $-3.5\text{dBi}+2.14\text{dBi}-0.52\text{dB}=-1.88\text{dB}$ を測定した受信電力から減算

400MHz 帯： $2.14\text{dBi}+2.14\text{dBi}-1.5\text{dB}=2.78\text{dB}$ を測定した受信電力から減算

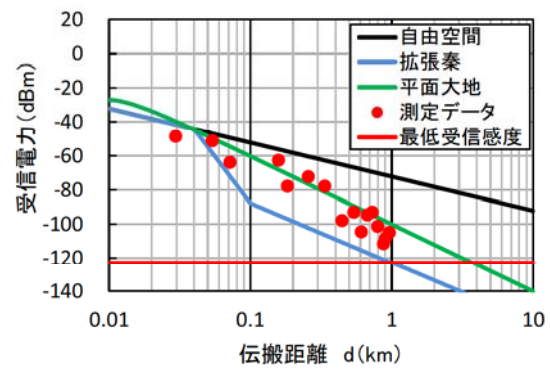
空中線電力が同じであることから、この補正値を用いることより各周波数帯の伝搬特性についてのみ比較が行いやすくなる。

（３）通話品質

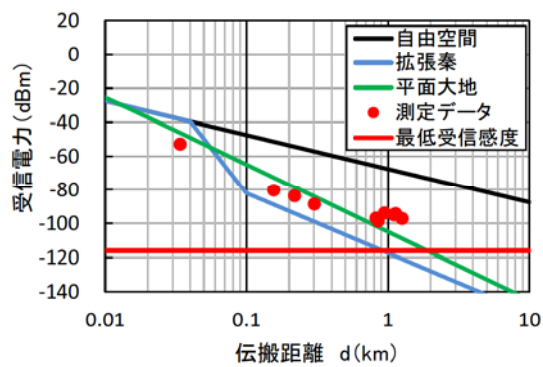
付図 7-3 には各測定地点における 150MHz 帯と 400MHz 帯の通話品質の比較結果を示す。なお、150MHz 帯の無線機はデジタル方式、400MHz 帯の無線機はアナログ方式である。測定結果では通常のデジタル方式とアナログ方式の比較の通り、アナログ方式の通話品質が先に悪くなることが確認できた。



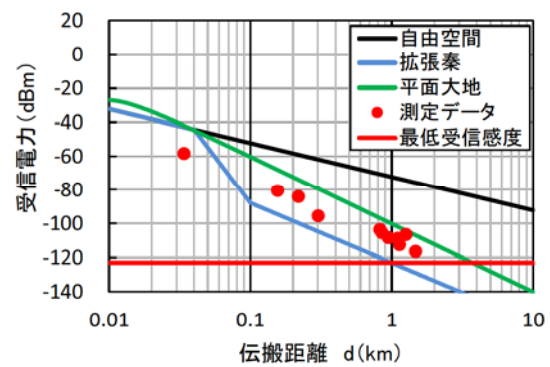
(a) 150MHz 帯 横浜市金沢区周辺



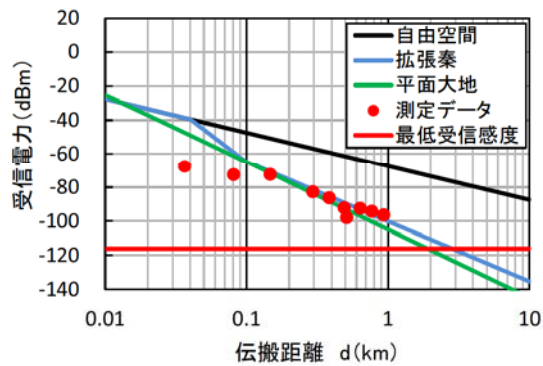
(b) 400MHz 帯 横浜市金沢区周辺



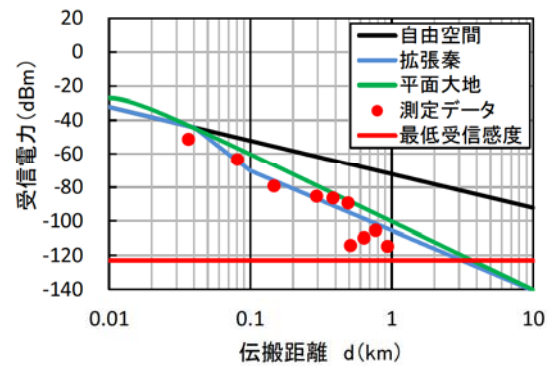
(c) 150MHz 帯 熊本県合同庁舎周辺



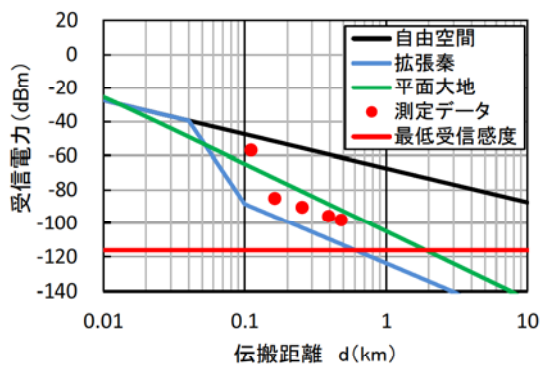
(d) 400MHz 帯 熊本県合同庁舎周辺



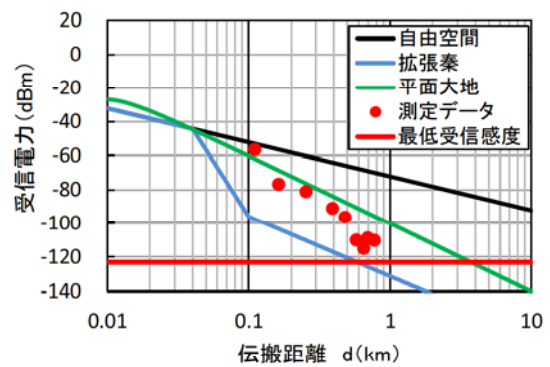
(e) 150MHz 帯 熊本港周辺



(f) 400MHz 帯 熊本港周辺

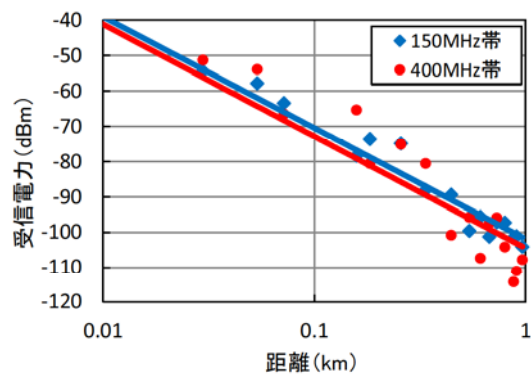


(g) 150MHz 帯 水前寺駅周辺

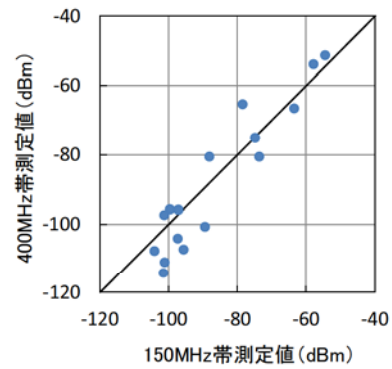


(h) 400MHz 帯 水前寺駅周辺

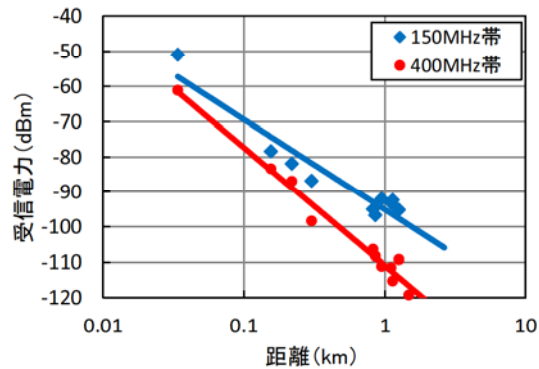
付図 7-1 各測定地点における受信電力距離特性



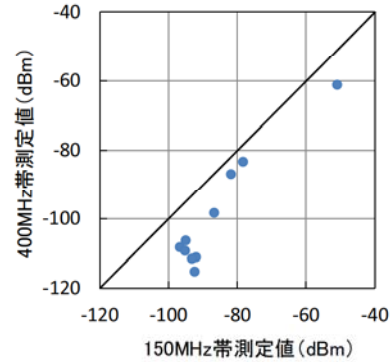
(a) 横浜市金沢区周辺 距離特性



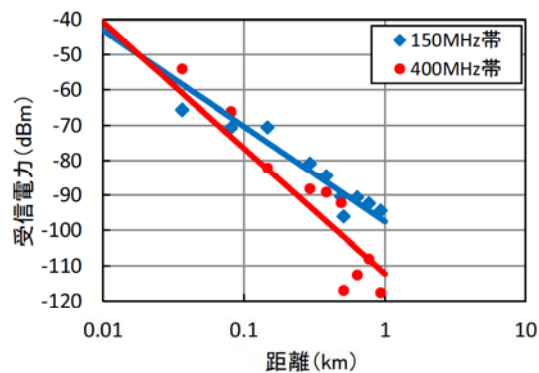
(b) 横浜市金沢区周辺 受信電力相関



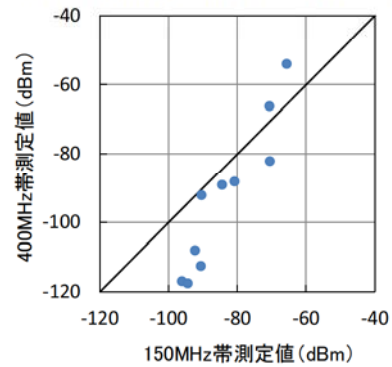
(c) 熊本県合同庁舎周辺 距離特性



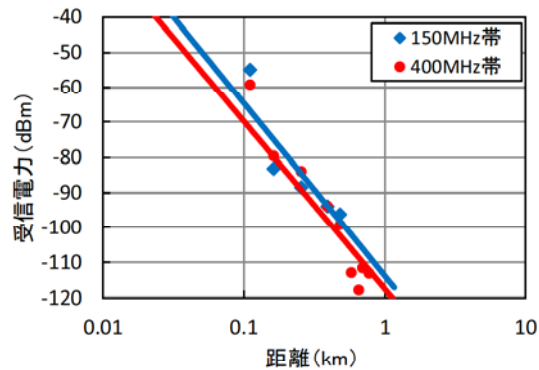
(d) 熊本県合同庁舎周辺 受信電力相関



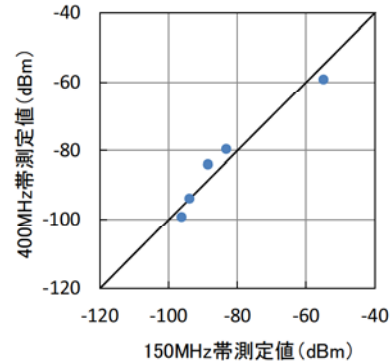
(e) 熊本港周辺 距離特性



(f) 熊本港周辺 受信電力相関

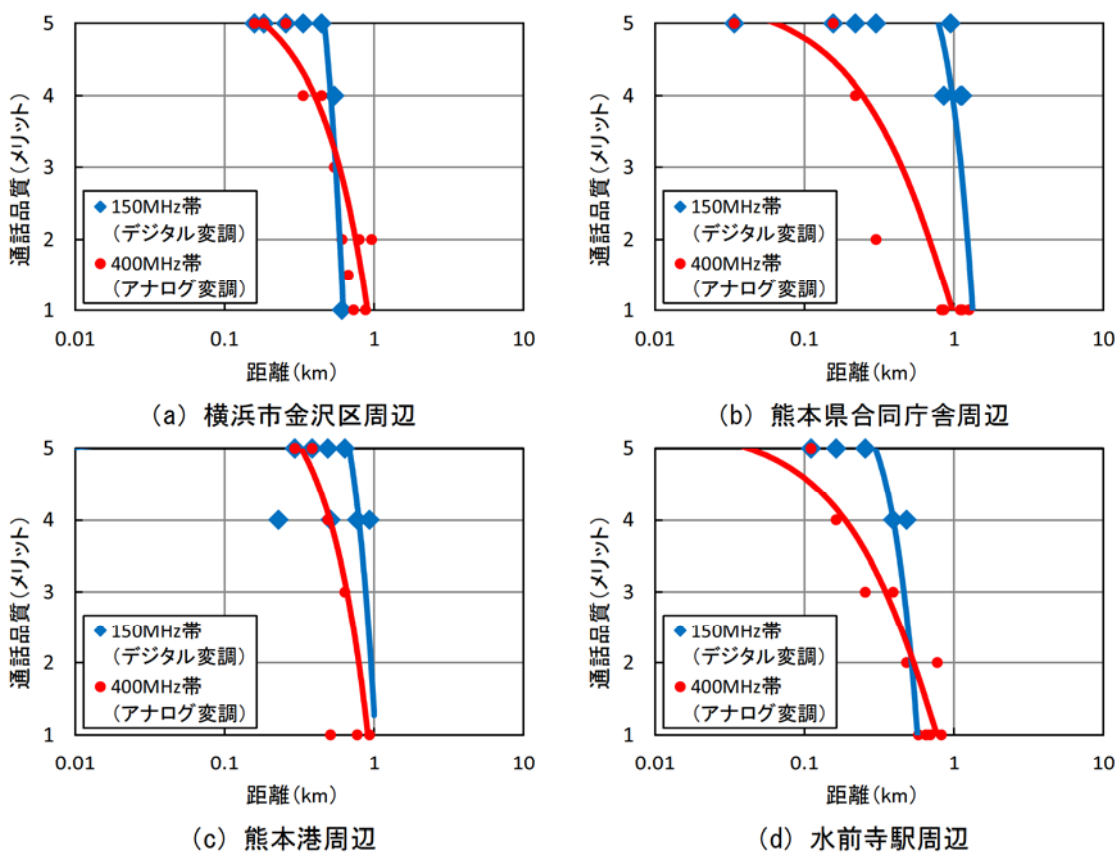


(g) 水前寺駅周辺 距離特性



(h) 水前寺駅周辺 受信電力相関

付図 7-2 各測定地点における周波数帯の距離特性と受信電力の相関



付図 7-3 各測定地点における通話品質

フィールド試験（空中線電力による比較試験）

（１）車載機

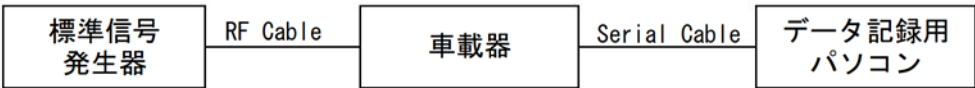
空中線電力による比較試験で使用した車載器について、付表 8-1 に諸元、付図 8-1 に車載器の外観を示す。車載器は 1 秒周期で RSSI (dBμ) と BER を記録する。車載器に入力された受信電力と表示される受信電圧の関係を取得するため、付図 8-2 に示す測定構成で特性を取得した。その結果を付図 8-3 に示す。この結果を用いてフィールド試験で測定した車載器に表示される受信電圧値を車載器に入力される受信電力に換算する。また、入力電力と BER の特性を付図 8-4 に示す。BER が 1% となる入力電力は約-116dBm であり、机上検討の受信感度測定と同じ結果であった。

付表 8-1 車載器の諸元一覧

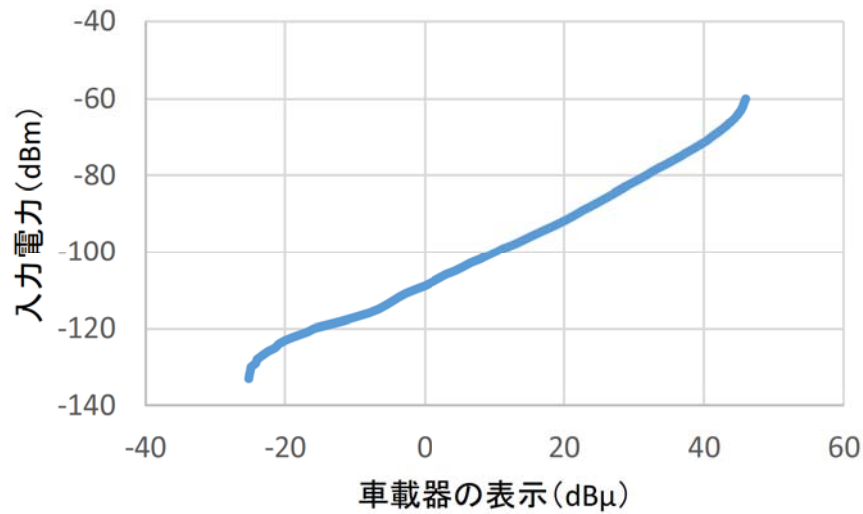
項目	諸元	備考
周波数	142. 9375～142. 98125MHz	6. 25kHz 間隔の 8 波
帯域幅	5. 8kHz	
受信感度	-116dBm	
測定間隔	1 秒間隔	
測定データ	RSSI、BER	BER は 7. 237e-2%から 10%程度まで測定可能（1 秒周期中）



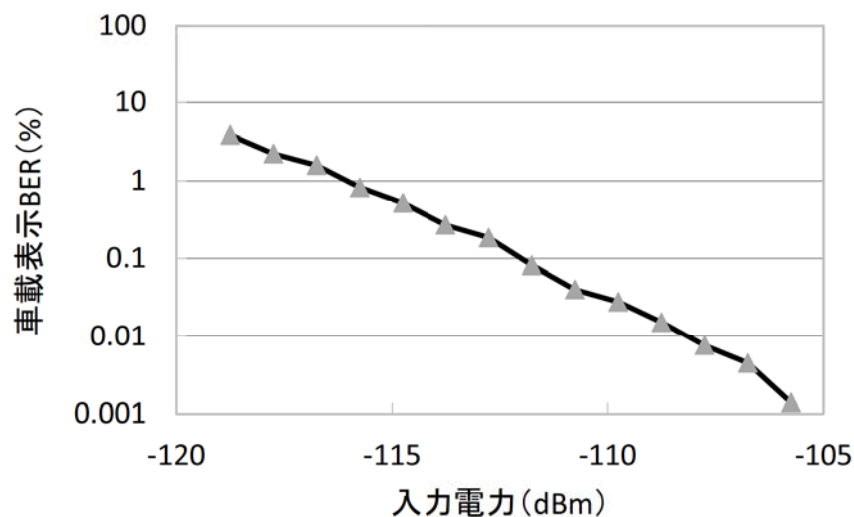
付図 8-1 車載器の外観



付図 8-2 車載器の特性測定構成



付図 8-3 車載器の特性



付図 8-4 車載器の入力電力と BER 特性

(2) 測定地域毎の距離特性

付図 8-5 に測定地点で取得した空中線電力毎の受信電力の距離特性、付図 8-6 に BER の距離特性を示す。各グラフは同一アンテナ利得で取得した 10mW から 1W までの測定データと測定データの近似曲線を示す。受信電力及び BER の距離特性については、周辺の測定状況の変化による受信電力および BER の変動と取得データ数によって近似曲線の傾きが変わるものの、空中線電力が高くなるほど遠方までの届くことか確認できた。

（３）空中線電力毎の受信電力距離特性

付図 8-7～付図 8-10 に、空中線電力で分けた受信電力の距離特性のグラフを示す。この際、VHF 帯で利用できる一般的な伝搬モデル式も合わせて示す。伝搬モデル式には、自由空間損失、平面大地における 2 波モデル、拡張秦モデルを使用し、無線機の諸元を反映した計算を行った。各測定地点における受信電力と伝搬モデル式を比較すると、周辺的环境により受信電力の揺らぎはあるものの、無線機の最低受信感度まで、若しくは距離 1 km未満では拡張秦モデルに近似していることが確認できる。また、近似していることを確認するため、付図 8-11～付図 8-14 に、拡張秦モデルで計算した受信電力と測定した受信電力の相関を示す。データが対角線の中心に近いことが確認できる。

（４）空中線電力毎の BER 距離特性

付図 8-15～付図 8-18 に、空中線電力で分けた受信電力と BER の特性グラフを示す。測定環境や空中線電力に関わらず BER 特性の傾向は似ていることが確認できた。よって、空中線電力が高いほど、遠方まで BER が発生しないことが確認できた。ただし、有線接続で得られた受信感度（BER1%値）は-116dBm であるが、測定結果では BER1%値でみると約-100dBm～-110dBm 程度であった。有線接続による受信感度と比較すると 10dB 程度低くなっているが、車による移動測定であったためフェージングによる影響もあると考えられる。

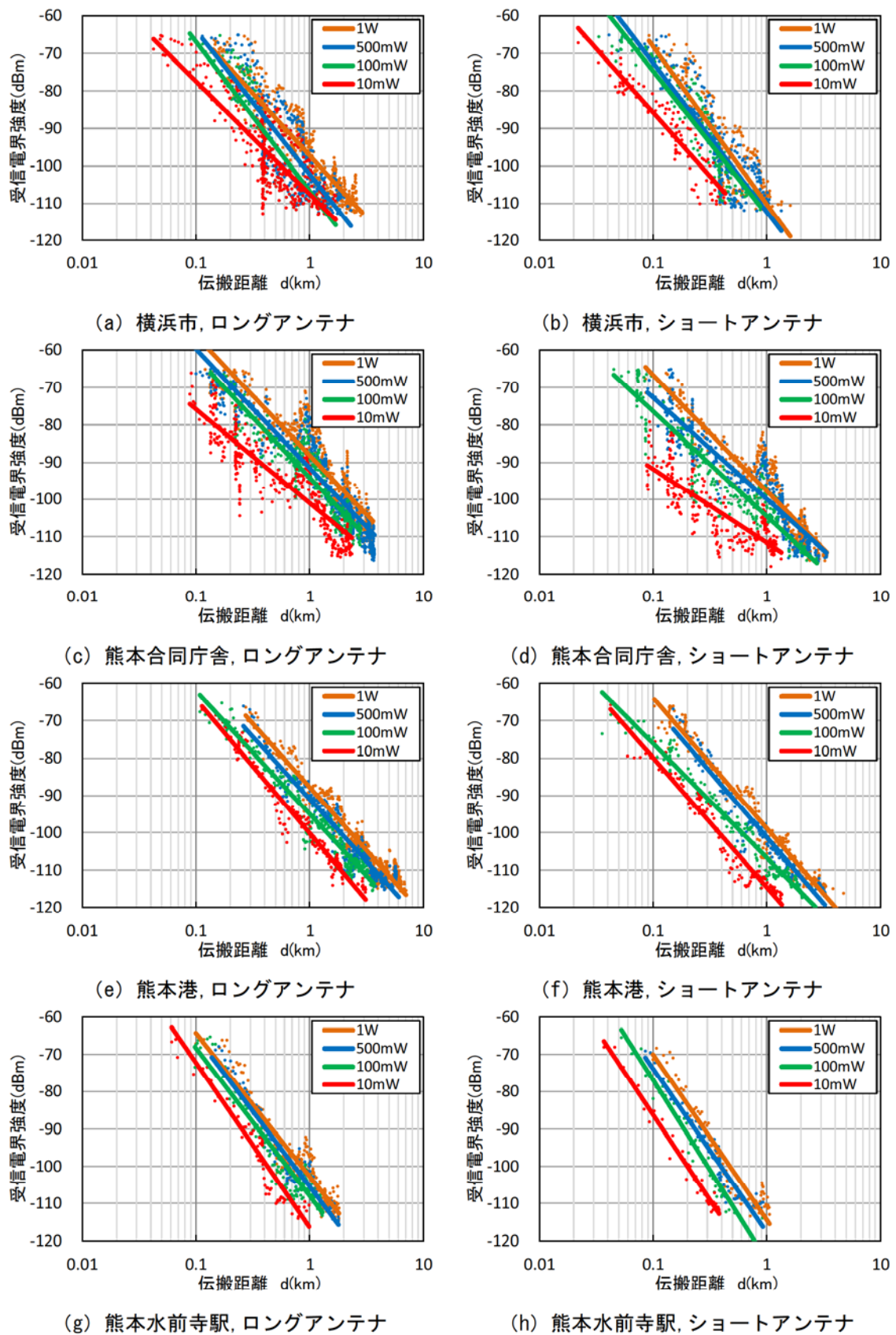
（５）音声比較

付図 8-19 には各測定地点における 150MHz 帯の空中線電力を変更した時の通話品質の比較結果を示す。なお、400MHz 帯との比較を行うことに合わせて 150MHz 帯の空中線電力を変えて測定したことから、400MHz 帯の通信品質が劣化し、音声通話ができなくなる距離までしか測定を行っていない。よって、十分遠方な地点での測定が行えていないことから、熊本港や水前寺駅周辺においては、空中線電力 100mW 以上で通信品質の傾きを示すグラフ中のラインが重なっている。

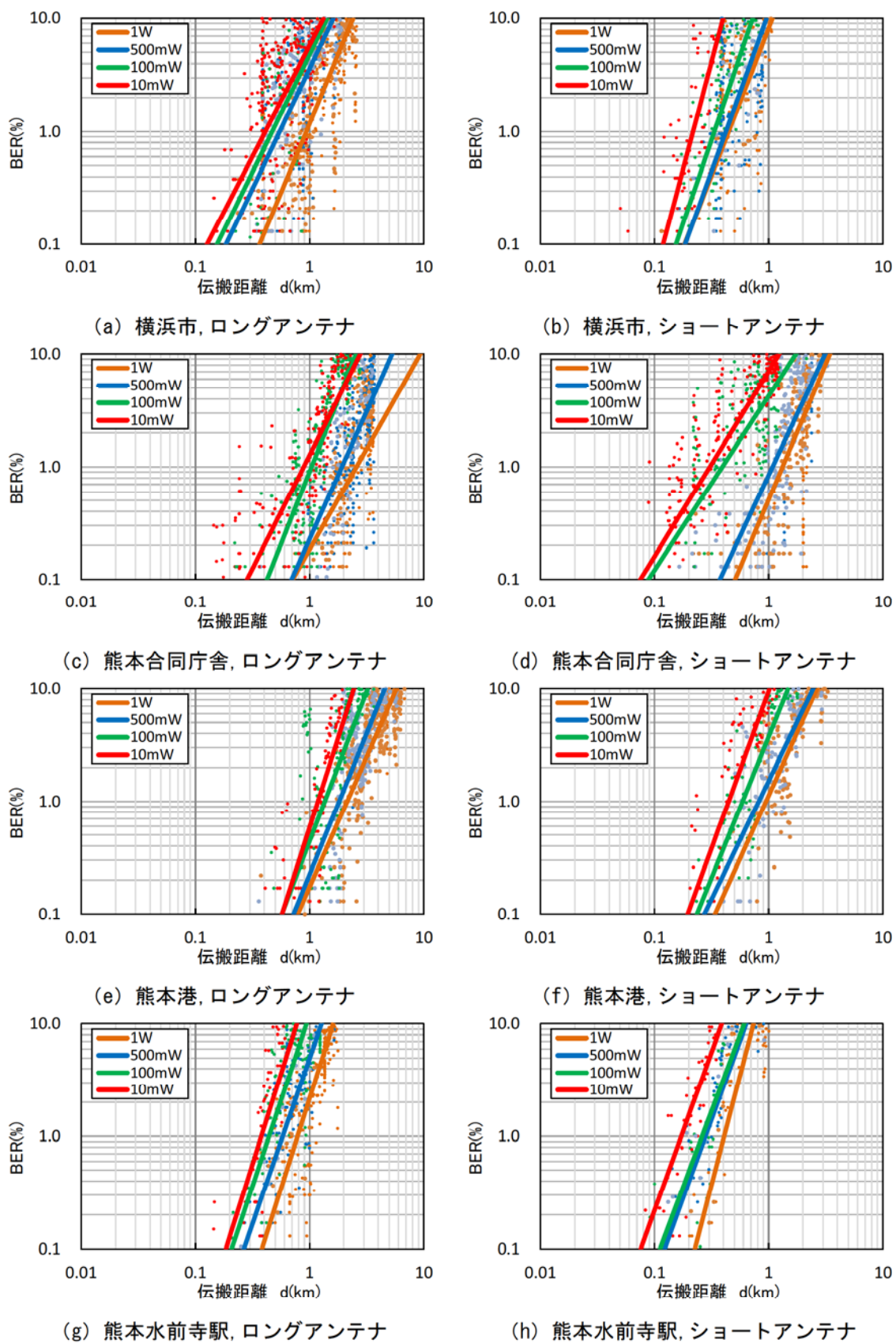
熊本合同庁舎においては、各空中線電力において通信品質が悪くなる場所まで測定を行ったことから、空中線電力の違いにより通信品質の傾きが電力差で顕著に表れていることが確認できた。

（６）GSP 通信マップ

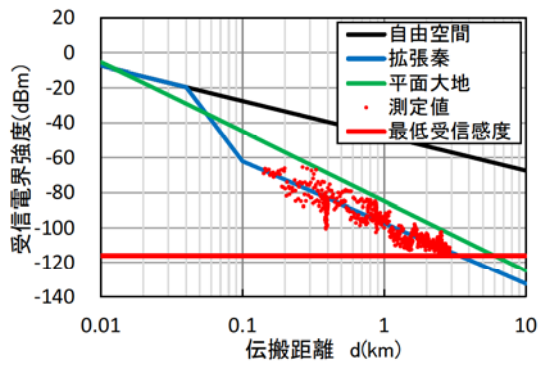
付図 8-20 から付図 8-25 には各測定地点における GPS データの通信可能地点を地図上に表示した結果を示す。空中線電力およびアンテナ利得によって通信可能距離が変わることが確認できた。



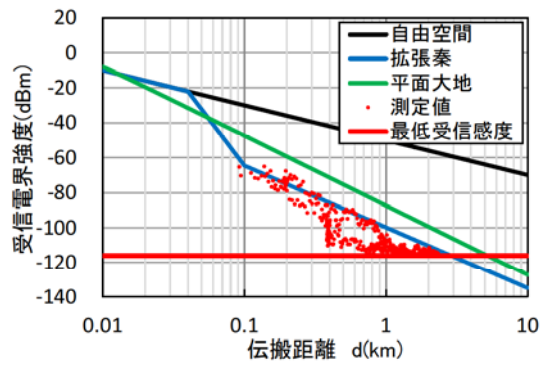
付図 8-5 各測定地点における空中線電力毎の受信電力距離特性



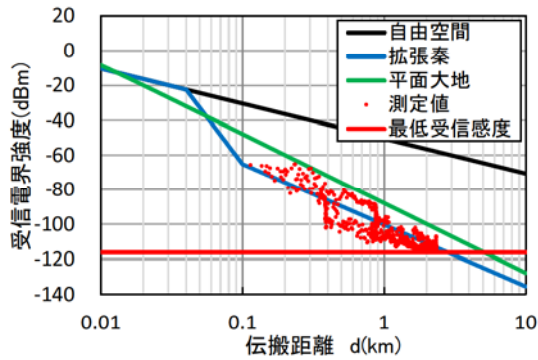
付図 8-6 各測定地点における空中線電力毎の BER 距離特性



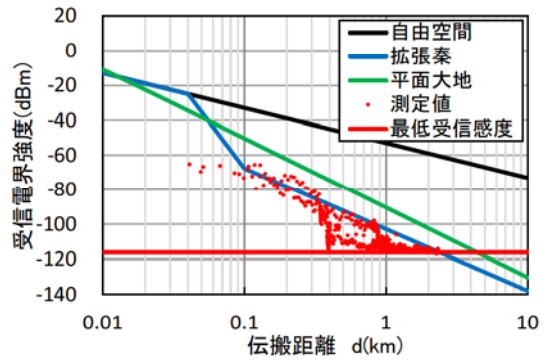
(a) 空中線電力 1W, ロングアンテナ



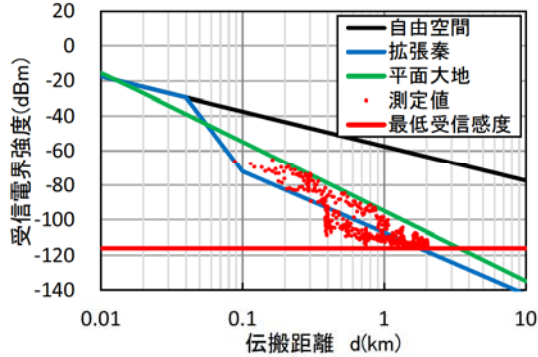
(b) 空中線電力 1W, ショートアンテナ



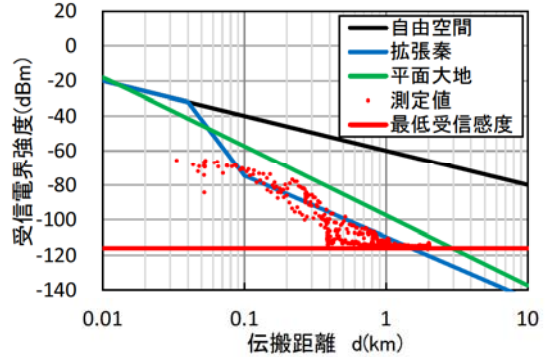
(c) 空中線電力 500mW, ロングアンテナ



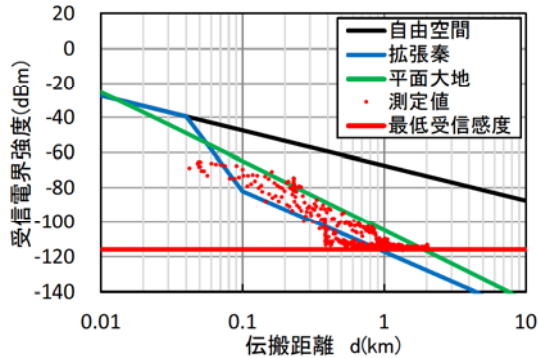
(d) 空中線電力 500mW, ショートアンテナ



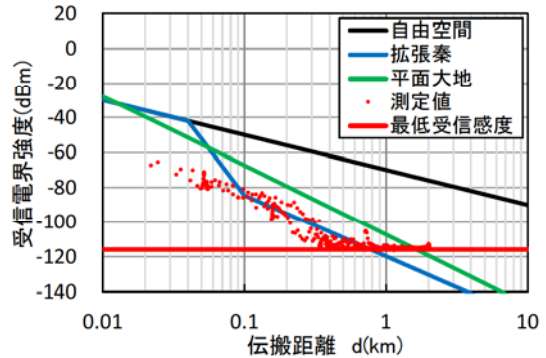
(e) 空中線電力 100mW, ロングアンテナ



(f) 空中線電力 100mW, ショートアンテナ

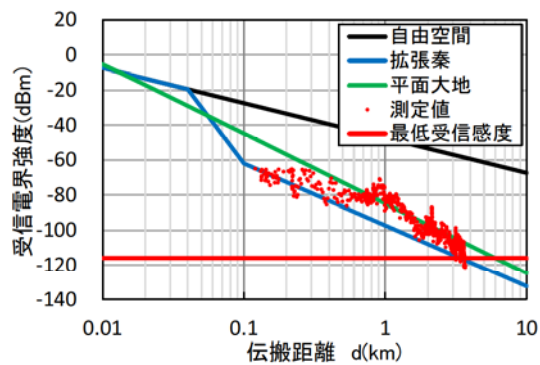


(g) 空中線電力 10mW, ロングアンテナ

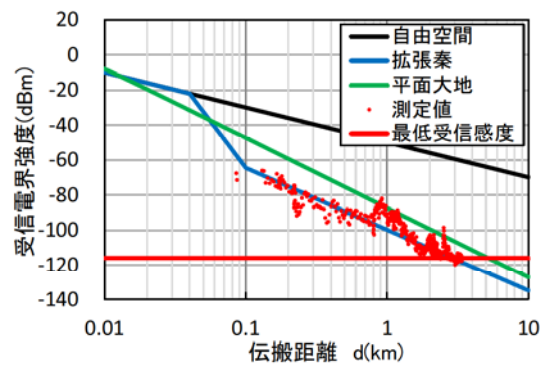


(h) 空中線電力 10mW, ショートアンテナ

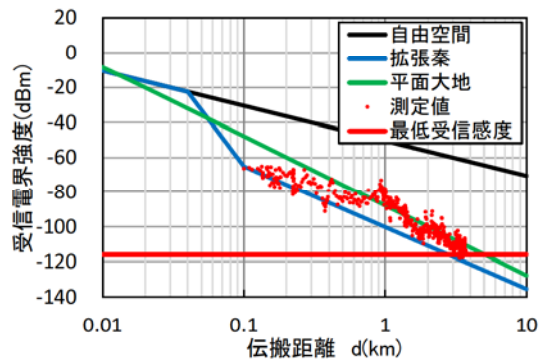
付図 8-7 横浜市金沢区における受信電力距離特性



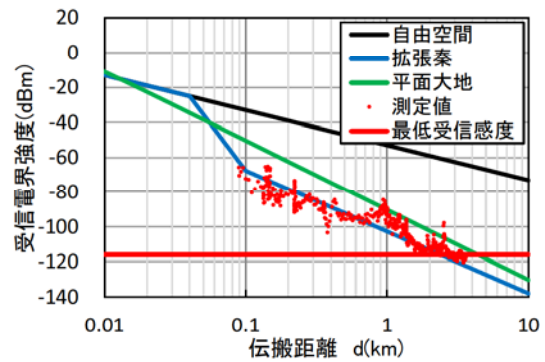
(a) 空中線電力 1W, ロングアンテナ



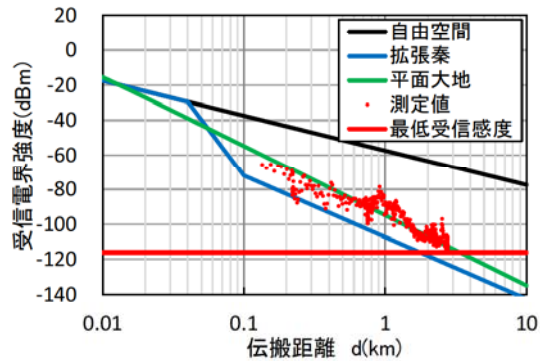
(b) 空中線電力 1W, ショートアンテナ



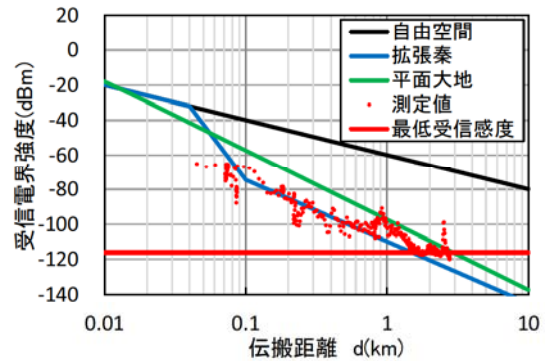
(c) 空中線電力 500mW, ロングアンテナ



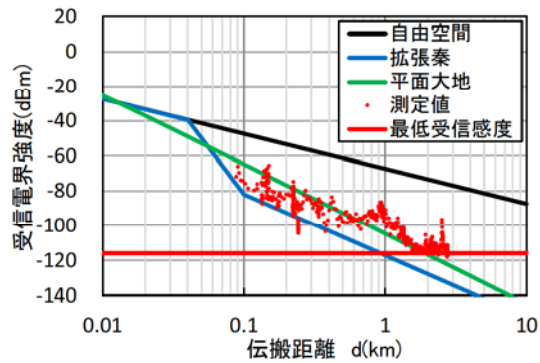
(d) 空中線電力 500mW, ショートアンテナ



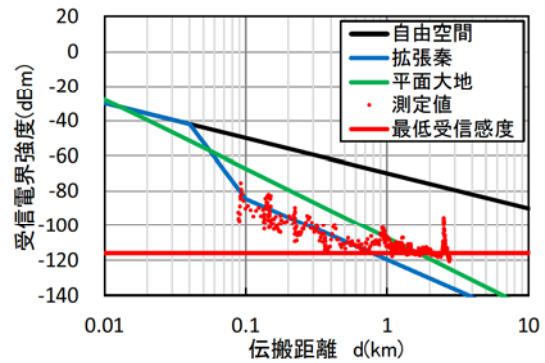
(e) 空中線電力 100mW, ロングアンテナ



(f) 空中線電力 100mW, ショートアンテナ

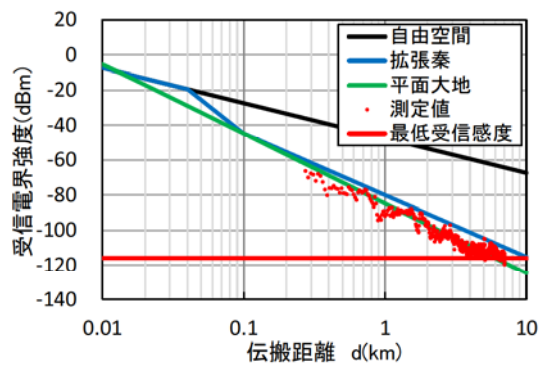


(g) 空中線電力 10mW, ロングアンテナ

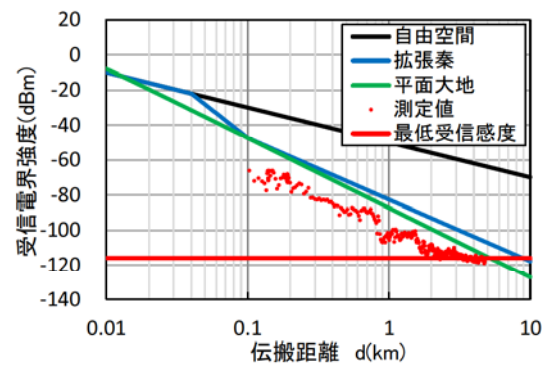


(h) 空中線電力 10mW, ショートアンテナ

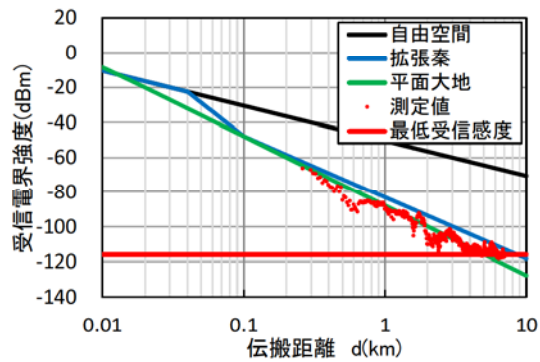
付図 8-8 熊本合同庁舎周辺における受信電力距離特性



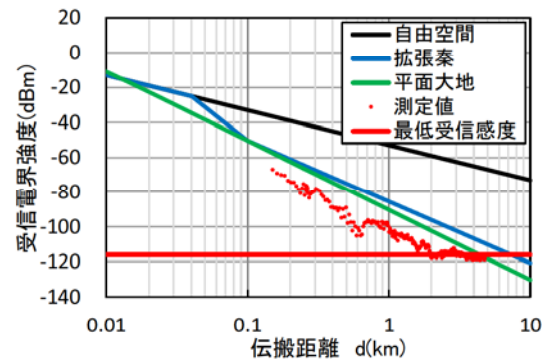
(a) 空中線電力 1W, ロングアンテナ



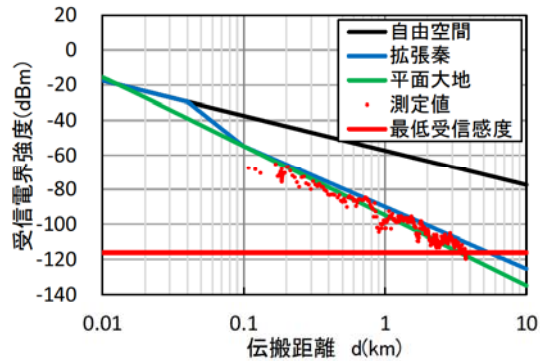
(b) 空中線電力 1W, ショートアンテナ



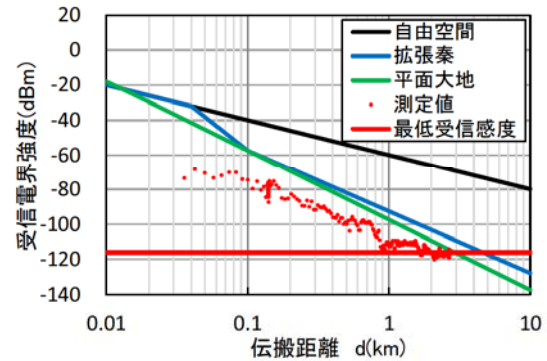
(c) 空中線電力 500mW, ロングアンテナ



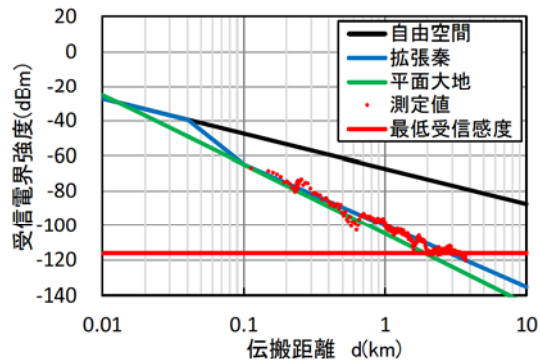
(d) 空中線電力 500mW, ショートアンテナ



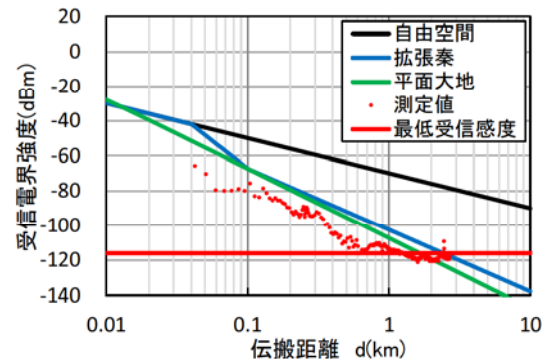
(e) 空中線電力 100mW, ロングアンテナ



(f) 空中線電力 100mW, ショートアンテナ

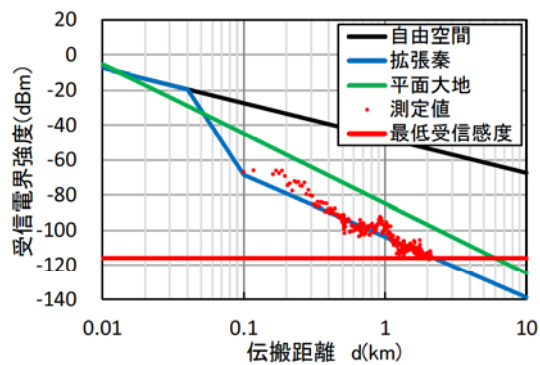


(g) 空中線電力 10mW, ロングアンテナ

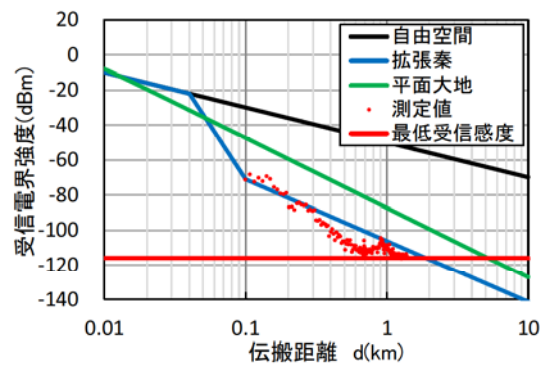


(h) 空中線電力 10mW, ショートアンテナ

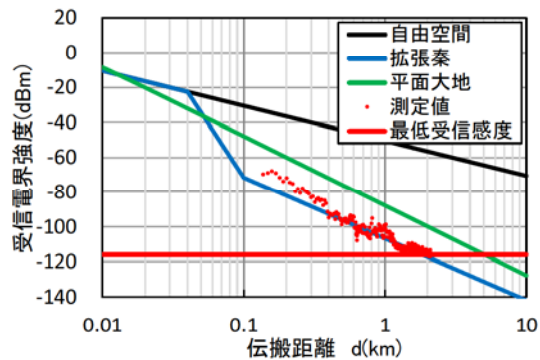
付図 8-9 熊本港周辺における受信電力距離特性



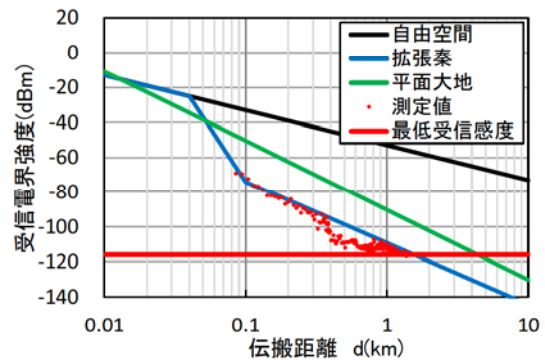
(a) 空中線電力 1W, ロングアンテナ



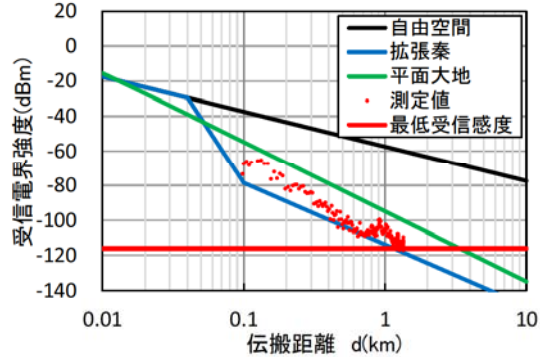
(b) 空中線電力 1W, ショートアンテナ



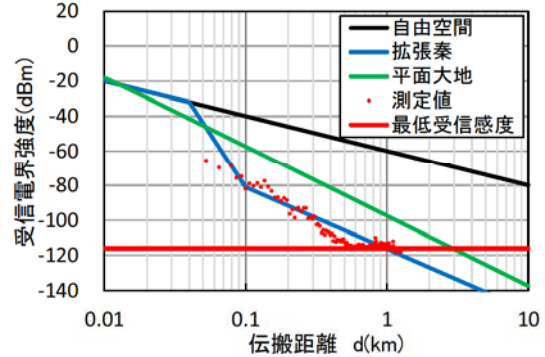
(c) 空中線電力 500mW, ロングアンテナ



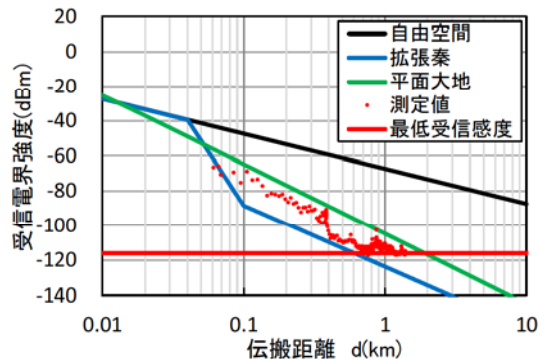
(d) 空中線電力 500mW, ショートアンテナ



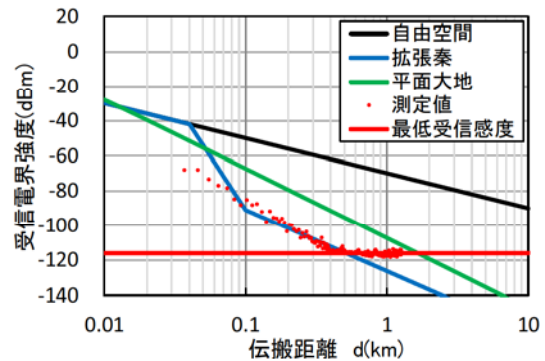
(e) 空中線電力 100mW, ロングアンテナ



(f) 空中線電力 100mW, ショートアンテナ

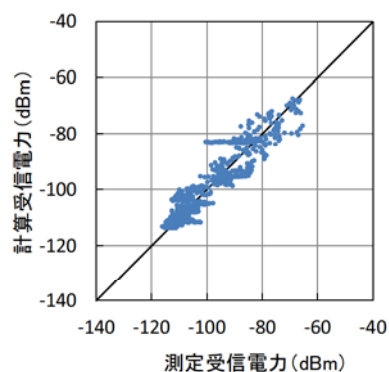


(g) 空中線電力 10mW, ロングアンテナ

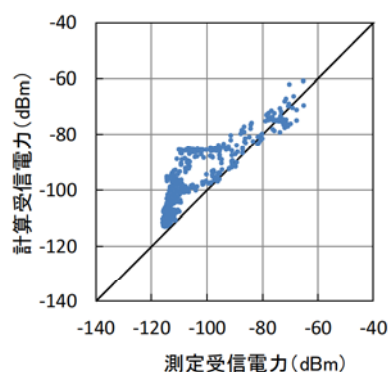


(h) 空中線電力 10mW, ショートアンテナ

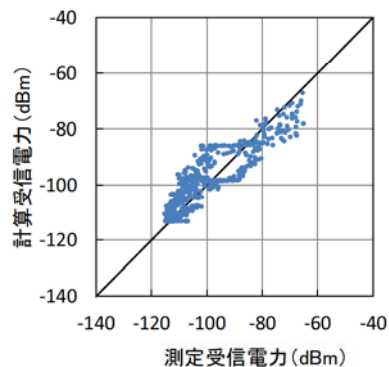
付図 8-10 水前寺駅周辺における受信電力距離特性



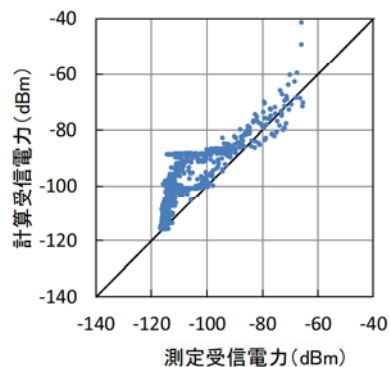
(a) 空中線電力 1W, ロングアンテナ



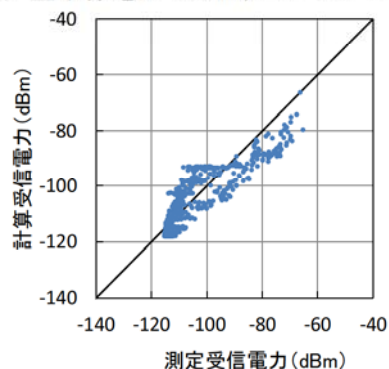
(b) 空中線電力 1W, ショートアンテナ



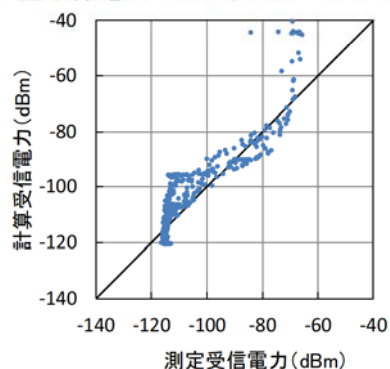
(c) 空中線電力 500mW, ロングアンテナ



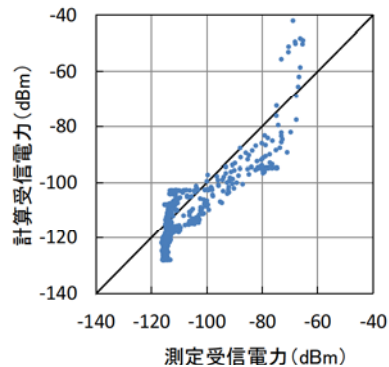
(d) 空中線電力 500mW, ショートアンテナ



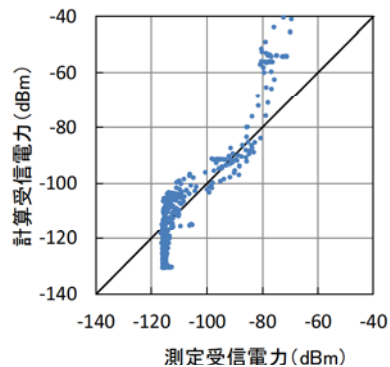
(e) 空中線電力 100mW, ロングアンテナ



(f) 空中線電力 100mW, ショートアンテナ

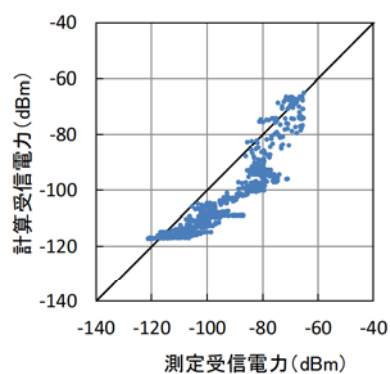


(g) 空中線電力 10mW, ロングアンテナ

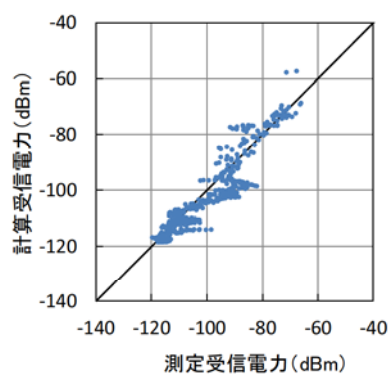


(h) 空中線電力 10mW, ショートアンテナ

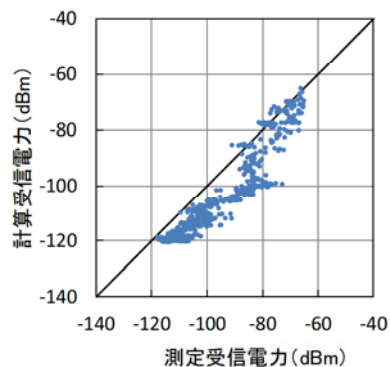
付図 8-11 横浜市金沢区における測定結果と計算結果の相関



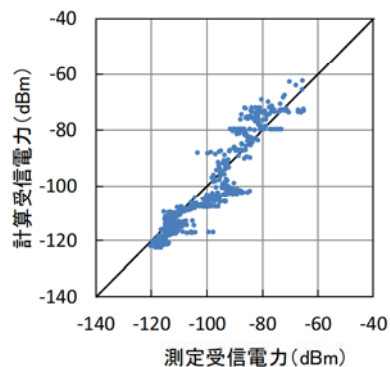
(a) 空中線電力 1W, ロングアンテナ



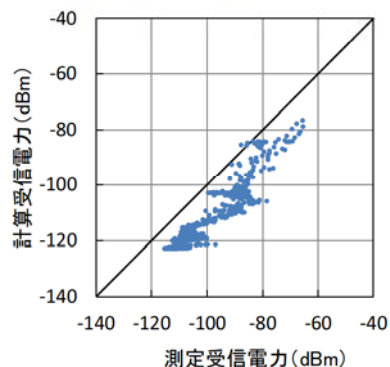
(b) 空中線電力 1W, ショートアンテナ



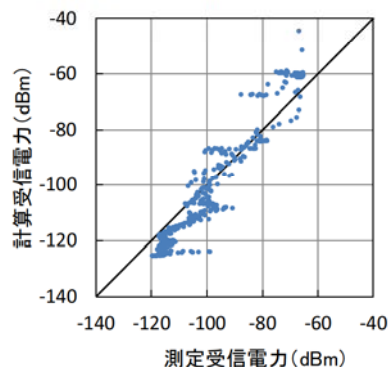
(c) 空中線電力 500mW, ロングアンテナ



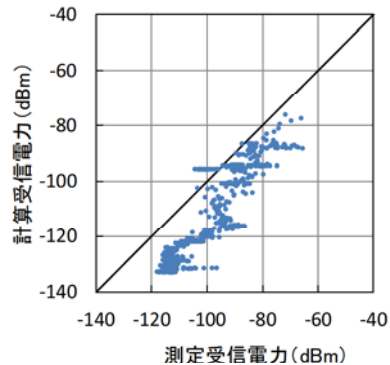
(d) 空中線電力 500mW, ショートアンテナ



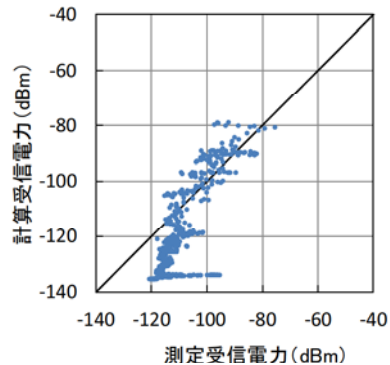
(e) 空中線電力 100mW, ロングアンテナ



(f) 空中線電力 100mW, ショートアンテナ

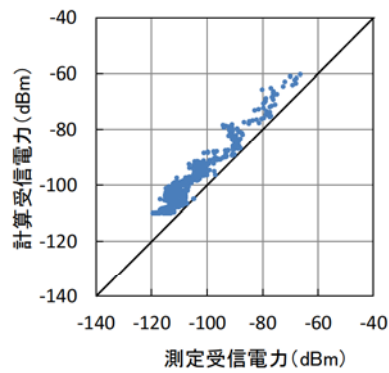


(g) 空中線電力 10mW, ロングアンテナ

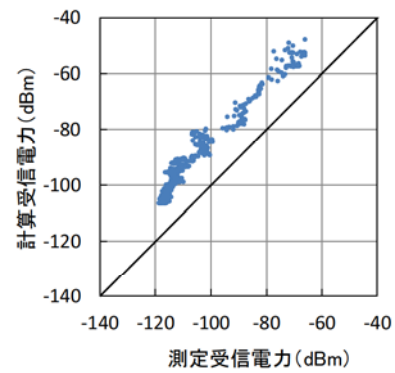


(h) 空中線電力 10mW, ショートアンテナ

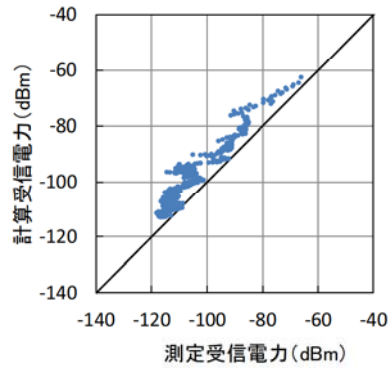
付図 8-12 熊本合同庁舎周辺における測定結果と計算結果の相関



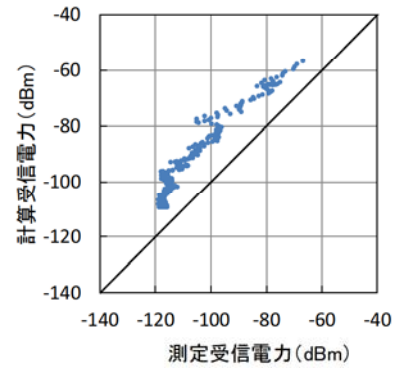
(a) 空中線電力 1W, ロングアンテナ



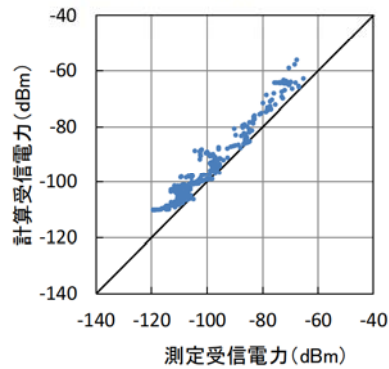
(b) 空中線電力 1W, ショートアンテナ



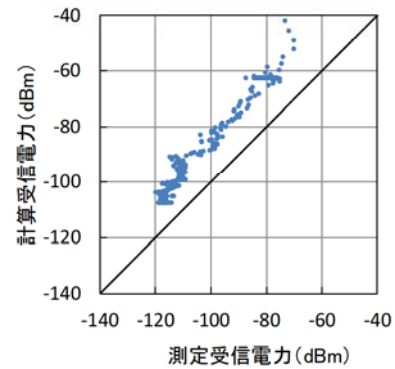
(c) 空中線電力 500mW, ロングアンテナ



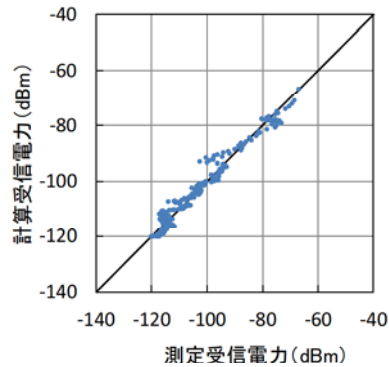
(d) 空中線電力 500mW, ショートアンテナ



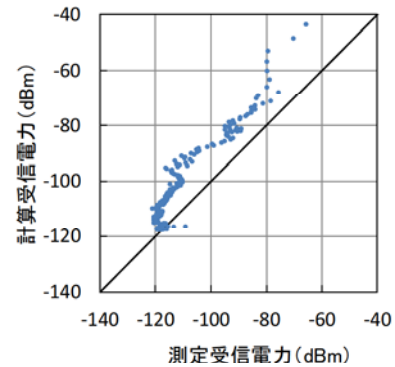
(e) 空中線電力 100mW, ロングアンテナ



(f) 空中線電力 100mW, ショートアンテナ

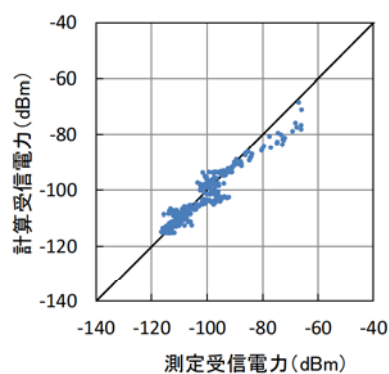


(g) 空中線電力 10mW, ロングアンテナ

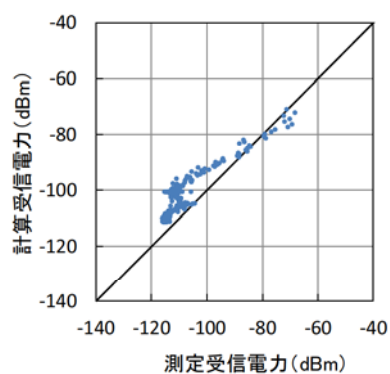


(h) 空中線電力 10mW, ショートアンテナ

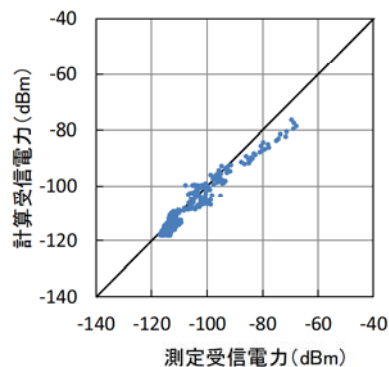
付図 8-13 熊本港周辺における測定結果と計算結果の相関



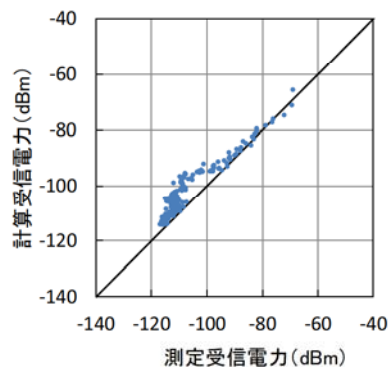
(a) 空中線電力 1W, ロングアンテナ



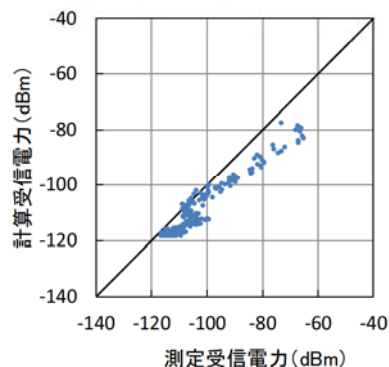
(b) 空中線電力 1W, ショートアンテナ



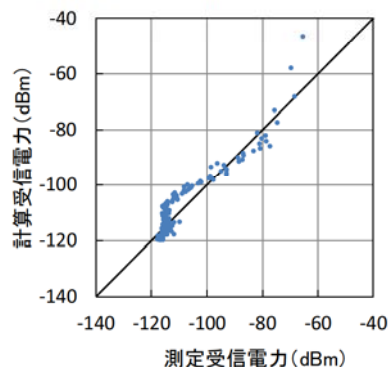
(c) 空中線電力 500mW, ロングアンテナ



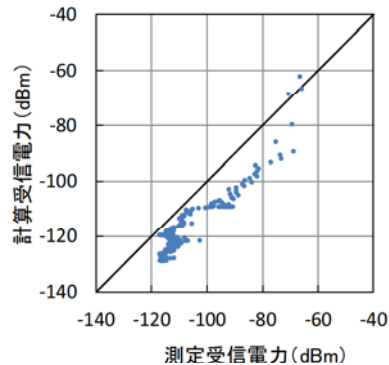
(d) 空中線電力 500mW, ショートアンテナ



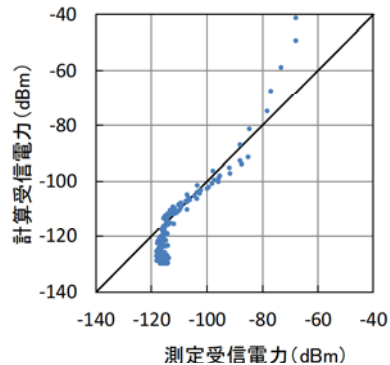
(e) 空中線電力 100mW, ロングアンテナ



(f) 空中線電力 100mW, ショートアンテナ

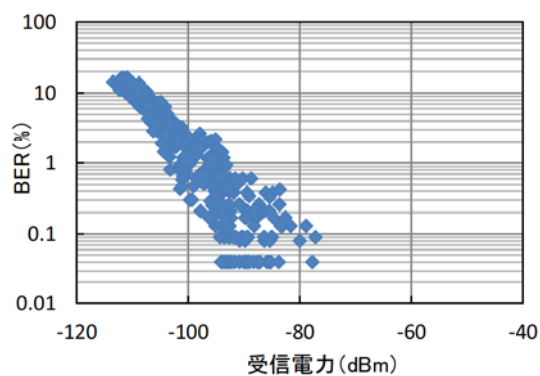


(g) 空中線電力 10mW, ロングアンテナ

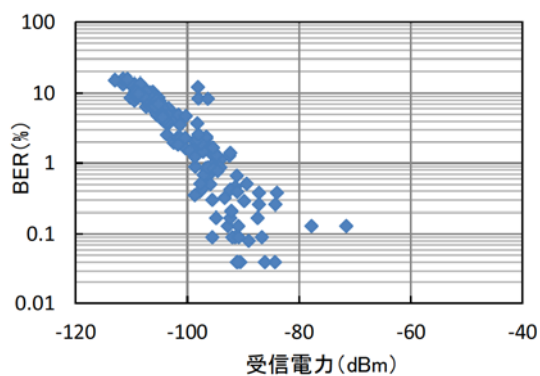


(h) 空中線電力 10mW, ショートアンテナ

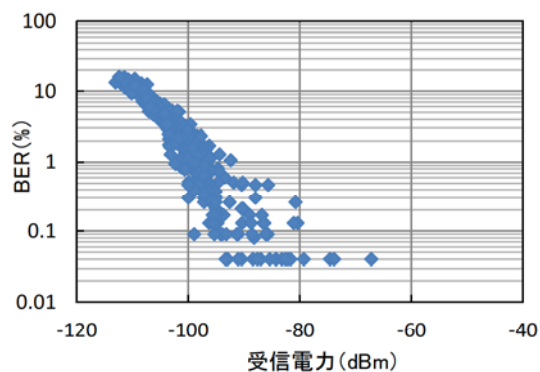
付図 8-14 水前寺駅周辺における測定結果と計算結果の相関



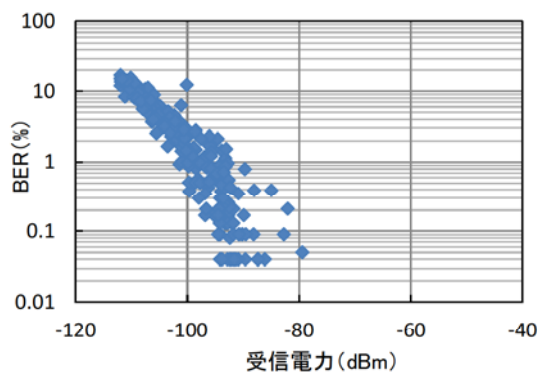
(a) 空中線電力 1W, ロングアンテナ



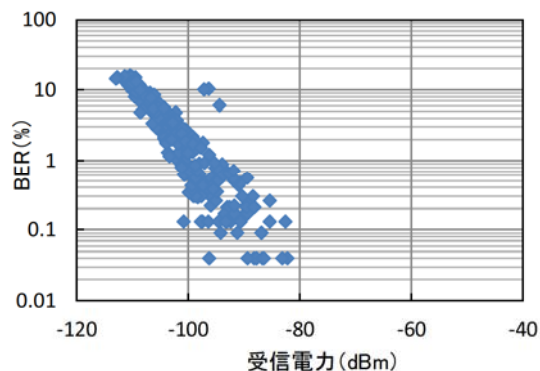
(b) 空中線電力 1W, ショートアンテナ



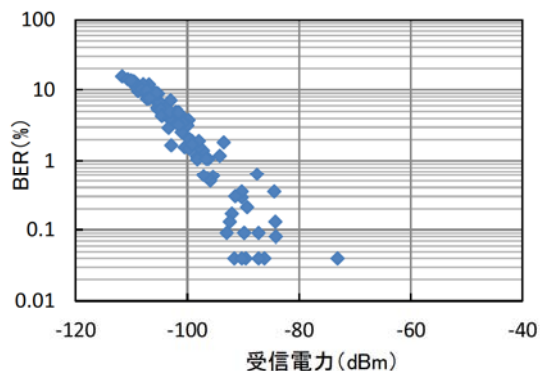
(c) 空中線電力 500mW, ロングアンテナ



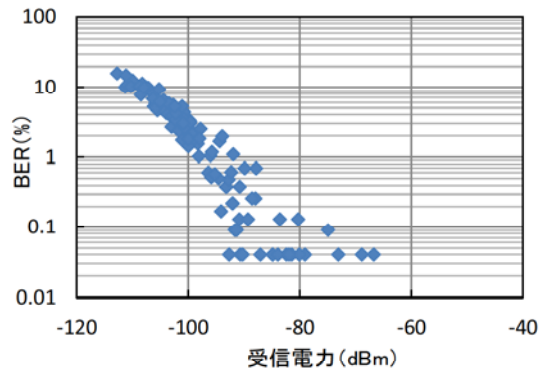
(d) 空中線電力 500mW, ショートアンテナ



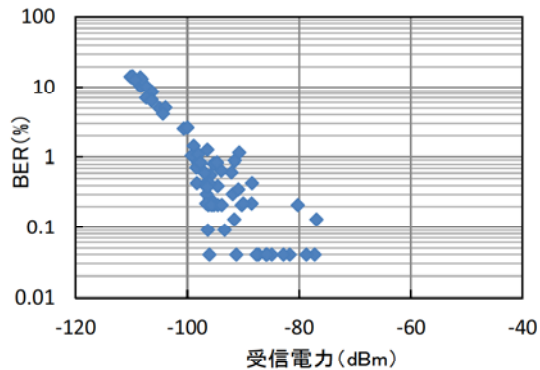
(e) 空中線電力 100mW, ロングアンテナ



(f) 空中線電力 100mW, ショートアンテナ

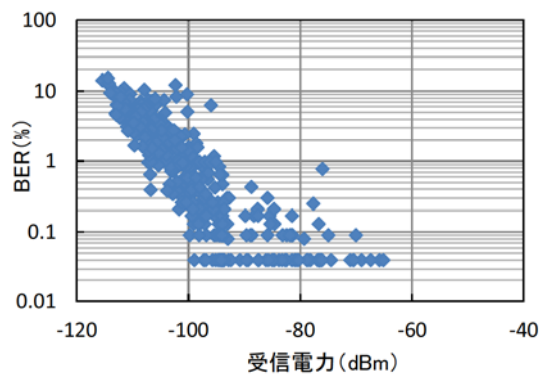


(g) 空中線電力 10mW, ロングアンテナ

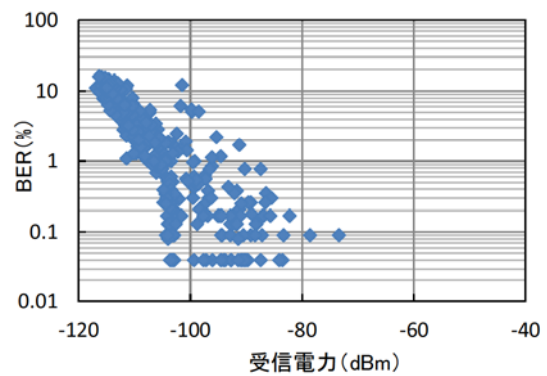


(h) 空中線電力 10mW, ショートアンテナ

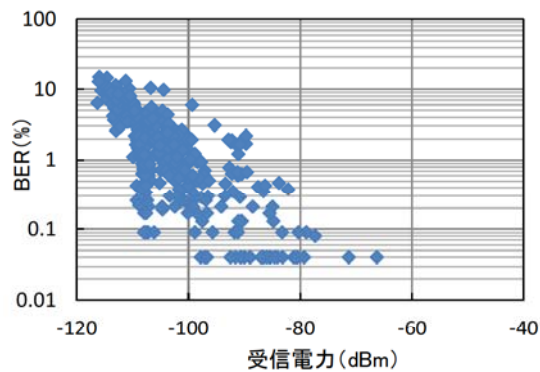
付図 8-15 横浜市金沢区における受信電力と BER の結果



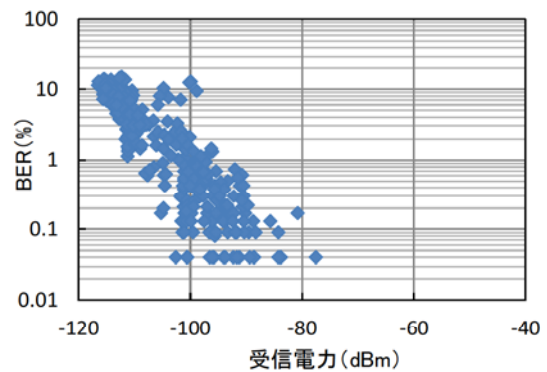
(a) 空中線電力 1W, ロングアンテナ



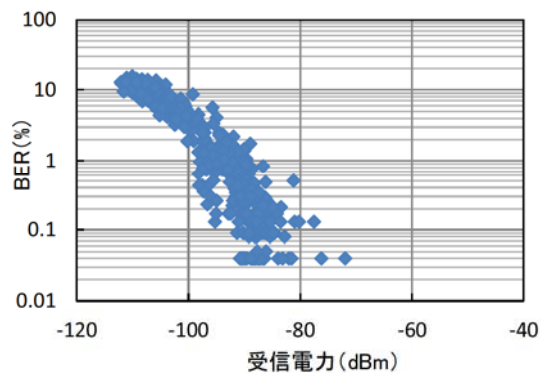
(b) 空中線電力 1W, ショートアンテナ



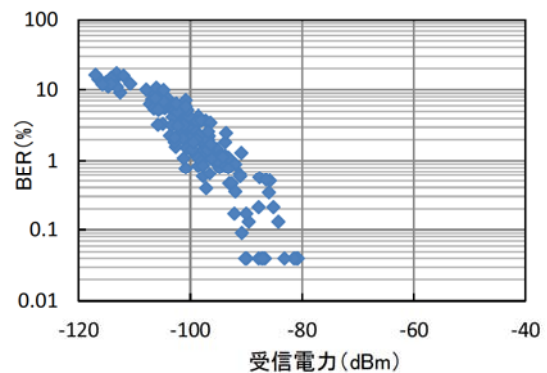
(c) 空中線電力 500mW, ロングアンテナ



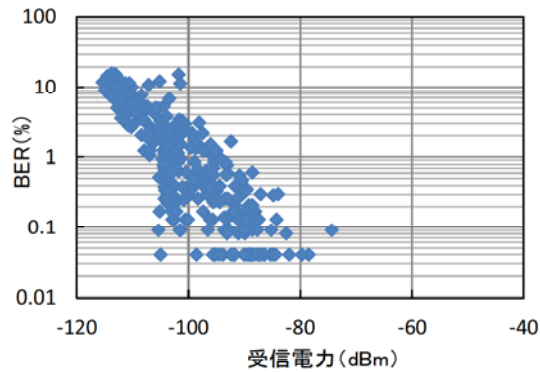
(d) 空中線電力 500mW, ショートアンテナ



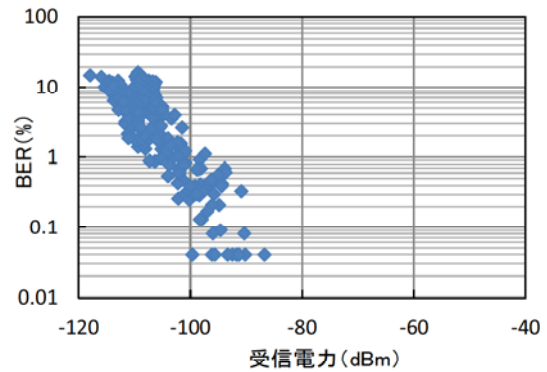
(e) 空中線電力 100mW, ロングアンテナ



(f) 空中線電力 100mW, ショートアンテナ

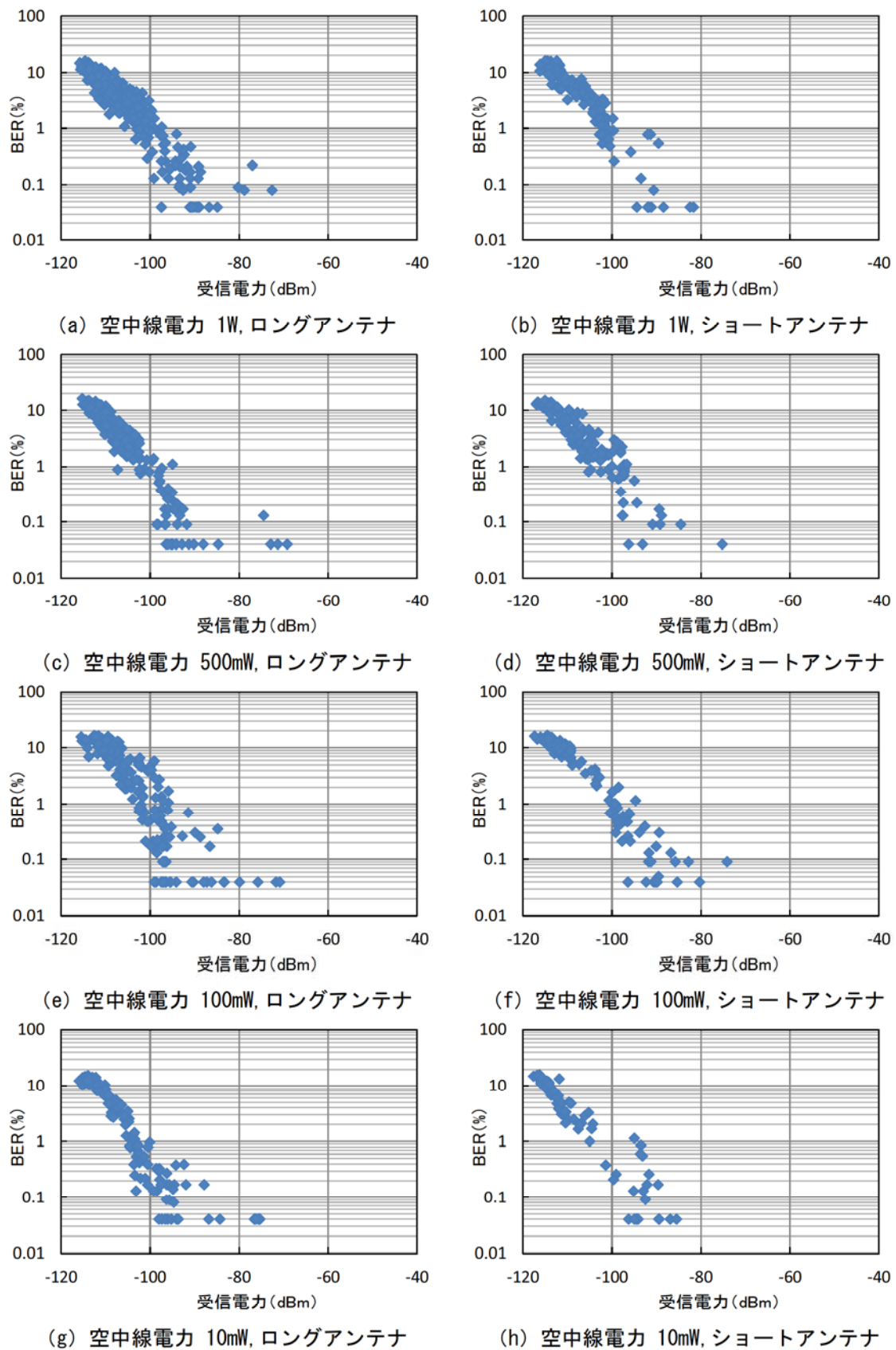


(g) 空中線電力 10mW, ロングアンテナ

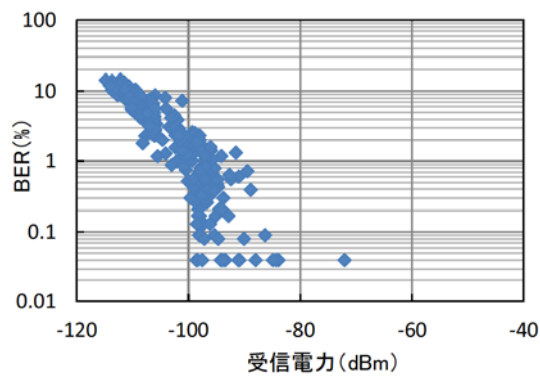


(h) 空中線電力 10mW, ショートアンテナ

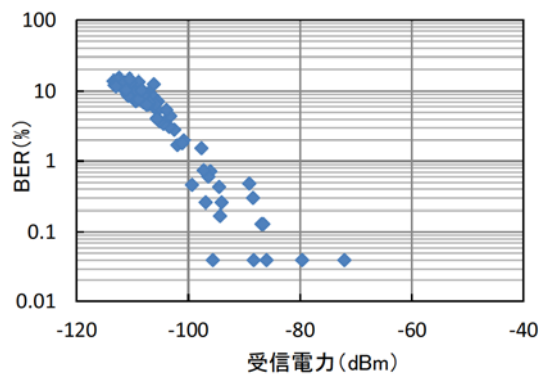
付図 8-16 熊本合同庁舎周辺における受信電力と BER の結果



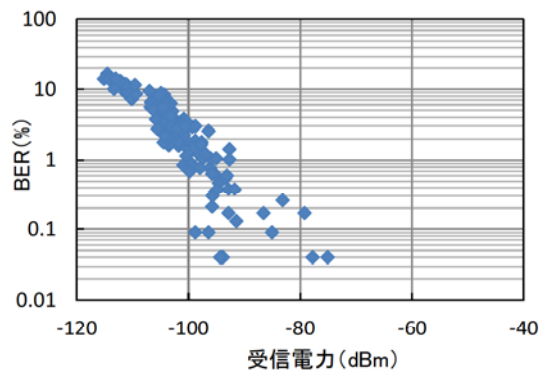
付図 8-17 熊本港周辺における受信電力と BER の結果



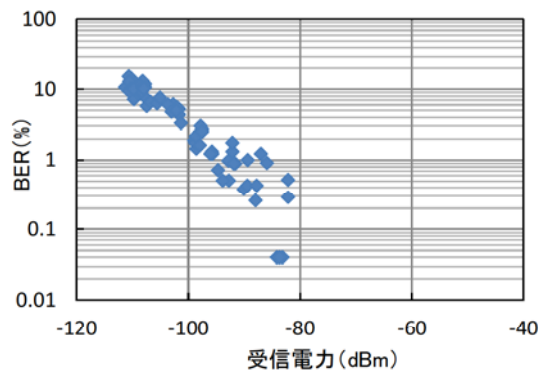
(a) 空中線電力 1W, ロングアンテナ



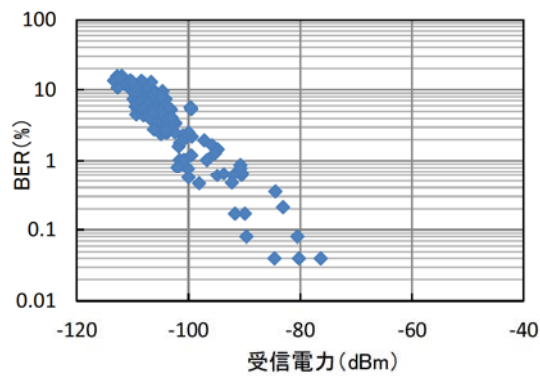
(b) 空中線電力 1W, ショートアンテナ



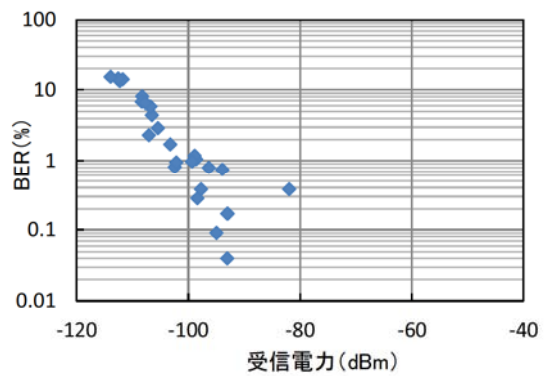
(c) 空中線電力 500mW, ロングアンテナ



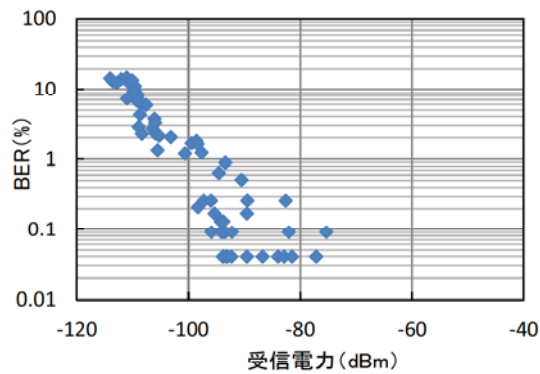
(d) 空中線電力 500mW, ショートアンテナ



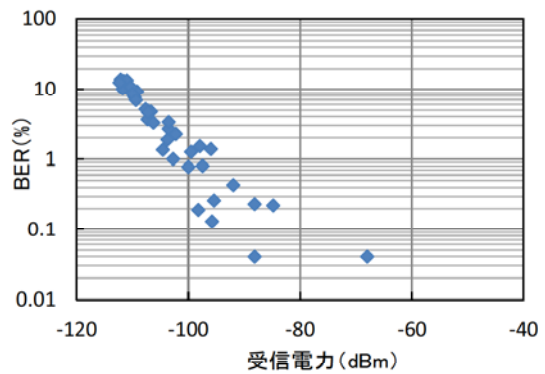
(e) 空中線電力 100mW, ロングアンテナ



(f) 空中線電力 100mW, ショートアンテナ

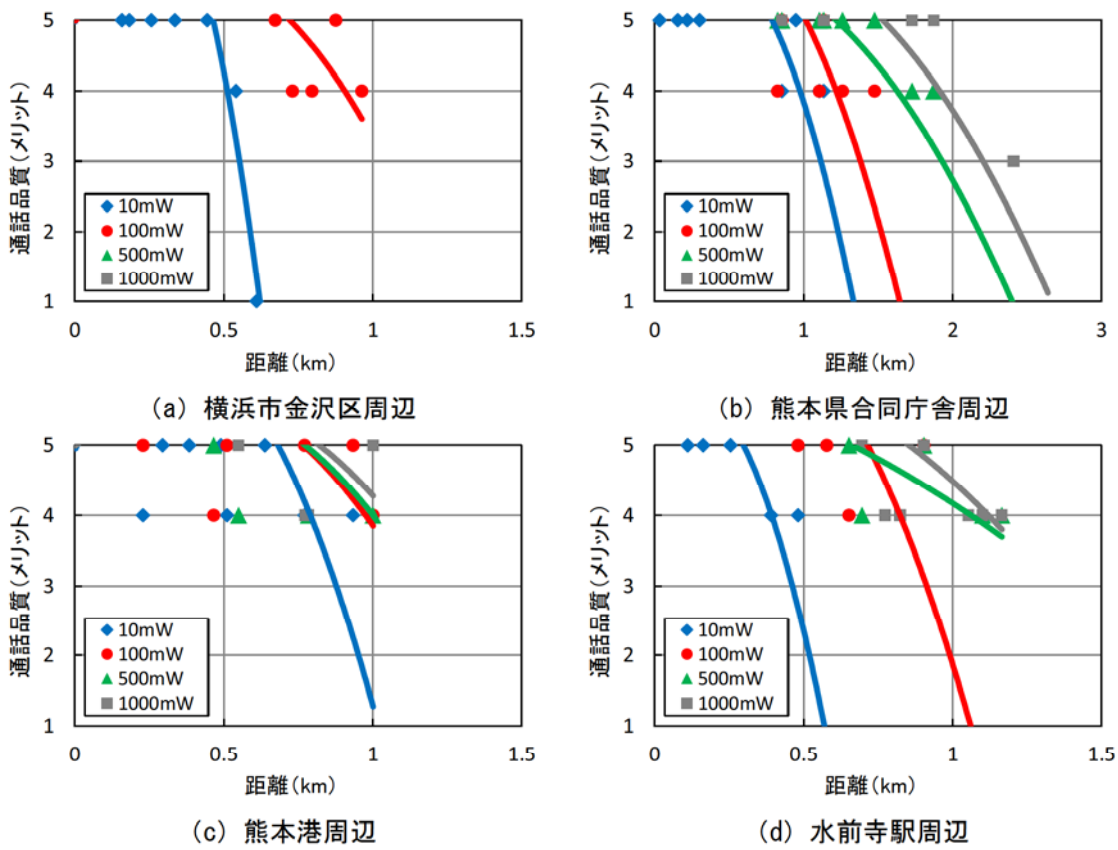


(g) 空中線電力 10mW, ロングアンテナ



(h) 空中線電力 10mW, ショートアンテナ

付図 8-18 水前寺駅周辺における受信電力と BER の結果



付図 8-19 150MHz 帯における各測定地点での空中線電力毎の通話品質



(a) 空中線電力 1W



(b) 空中線電力 500mW



(c) 空中線電力 100mW



(d) 空中線電力 10mW

付図 8-20 熊本合同庁舎周辺 GPS 通信マップ ロングアンテナ



(a) 空中線電力 1W



(b) 空中線電力 500mW



(c) 空中線電力 100mW



(d) 空中線電力 10mW

付図 8-21 熊本合同庁舎周辺 GPS 通信マップ ショートアンテナ



(a) 空中線電力 1W



(b) 空中線電力 500mW



(c) 空中線電力 100mW

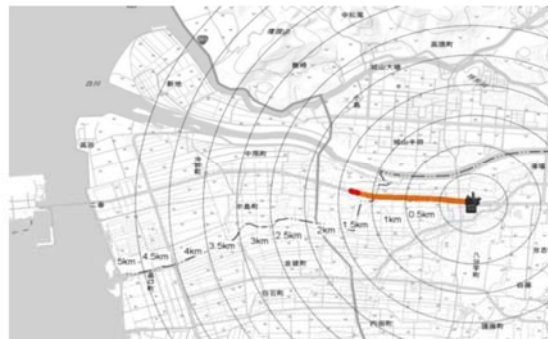


(d) 空中線電力 10mW

付図 8-22 熊本港周辺 GPS 通信マップ ロングアンテナ



(a) 空中線電力 1W



(b) 空中線電力 500mW



(c) 空中線電力 100mW



(d) 空中線電力 10mW

付図 8-23 熊本港周辺 GPS 通信マップ ショートアンテナ



(a) 空中線電力 1W



(b) 空中線電力 500mW



(c) 空中線電力 100mW



(d) 空中線電力 10mW

付図 8-24 水前寺駅周辺 GPS 通信マップ ロングアンテナ



(a) 空中線電力 1W



(b) 空中線電力 500mW



(c) 空中線電力 100mW



(d) 空中線電力 10mW

付図 8-25 水前寺駅周辺 GPS 通信マップ ショートアンテナ

建物損失試験

建物損失測定を実施した 4 つの建物における測定結果を付図 9-1 から付図 9-5 に示す。
また、建物損失について、これまでの文献とその報告内容について以下に示す。

[1] J. E. Berg, "4.6 Building penetration," in Digital Mobile Radio toward Future Generation Systems (COST231 Final Report), sect. 4.6, pp. 167-174, COST Telecom Secretariat, CEC, Brussels, Belgium, 1999.

「900MHz～1.8GHz での建物侵入損の推定式を提案しており、この中で 900MHz と 1800MHz の侵入損の比較では、1800MHz の方が、侵入損は 2dB 大きいとしている。これを式で表せば、 $6.6 \times \log f$ の周波数特性となる。」

[2] A. Davidson and C. Hill, "Measurement of building penetration into medium buildings at 900 and 1500MHz," IEEE Trans. Veh. Technol., vol. 46, no. 1, pp. 161-168, Feb. 1997.

「著者らが測定した 900MHz と 1500MHz の測定データと従来の測定データをもとにして、35MHz～3GHz までの侵入損は $-7.9 \times \log f$ の周波数特性を示すとしているが、同時に、自からの測定データでは 900MHz と 1500MHz の侵入損の差は 1dB もないことも示されている。」

[3] H. Okamoto, K. Kitao and S. Ichitsubo, "Outdoor-to-indoor propagation loss prediction in 800-MHz to 8-GHz band for urban Area," IEEE Trans. Veh. Technol., vol. 58, no. 3, pp. 1059-1067, March 2009.

「著者らは 12 個のオフィスビル、5 つの立体駐車場にて 810MHz, 2.2GHz, 4.7GHz, 8.45GHz の 4 周波数で同時測定をしたところ、相対伝搬損の周波数特性はほぼ自由空間と同じ $20 \log f$ であった。このことから侵入損は 800MHz から 8GHz まで殆ど変化しないことがわかる。」

[4] 三浦裕子, 小田恭弘, 多賀登喜雄, "建物侵入損失の高精度推定法," TECHNICAL REPORT OF IEICE, A・P2001-150, SANE2001-96 (2001-11)

ドアなどの開口部における透過損として 8.45GHz を用いた 10 箇所の測定で 5dB～28dB のばらつきがあるが、平均は 17.2dB であった。」

[5] ITU-R 関連情報

・ITU-R SA. 1632 RLAN と地球探査衛星との共用勧告。

「建物遮蔽損失に 17dB 見込むことが可能で 200mW e. i. r. p. 出力の屋内 RLAN と地球探査衛星との共用が可能としている。周波数帯は 5.25～5.35GHz である。」

- ・ ITU-R P. 679-3 屋内から屋外への漏洩損失の実測例の記載。6月8日

「ボーイング社が「機内が屋内と見なせること」の根拠として使用している。周波数 1. 6GHz, 2. 5GHz において漏洩損失は、0~40dB (@1. 6GHz, 2. 5GHz) であった。」

- ・ ITU-R M. 1454 RLAN と MSS との許容に関する勧告。

「許容遮蔽損失の明確な記載はなく、将来検討課題としている。例としての屋内から屋外への漏洩損失の記載があり、周波数帯 5. 15GHz~5. 25GHz において漏洩損失は 7dB ~17dB となっている。」

- ・ ITU-R P. 1411-3 近距離屋外無線通信システムのための電波伝搬

「5. 2GHz 帯における屋内(オフィスビル)から屋外への漏洩損失の記載があり、平均値 12dB、標準偏差 5dB と報告されている。」

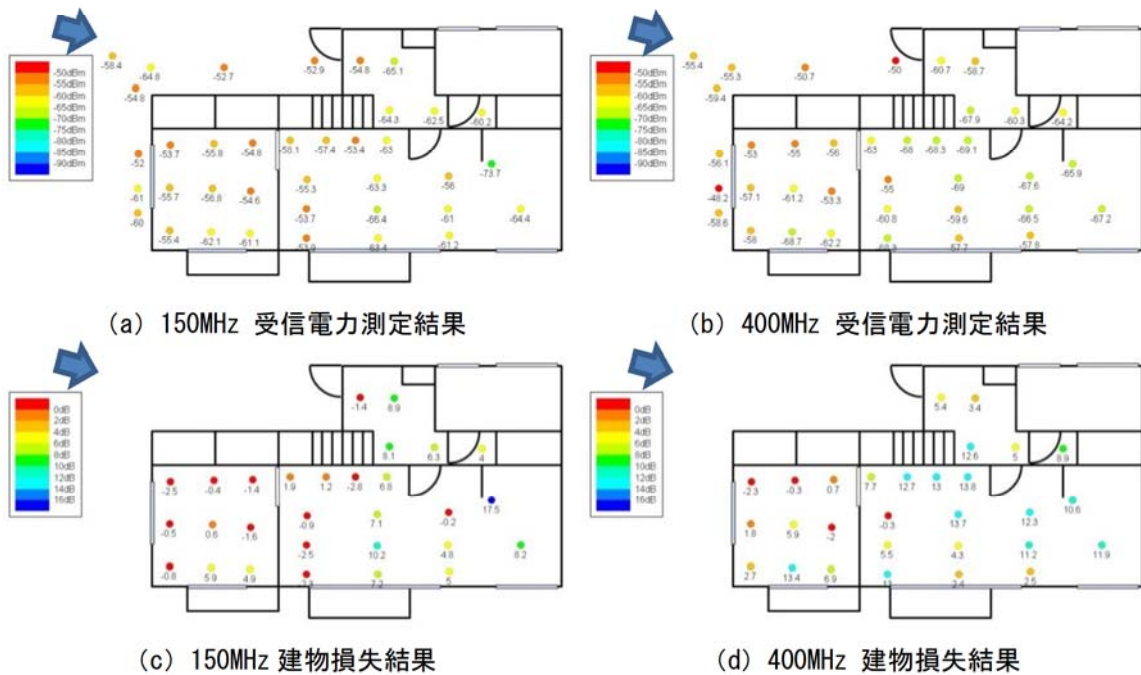
[6] 平成 17 年度信越総合通信局「安心安全のためのデジタル防災行政無線の高度化に関する調査検討報告書」平成 18 年 3 月

「60MHz 帯デジタル防災行政無線システムの電波を用いて、各種建物における建物侵入損失を測定した結果、侵入損失としては 2~25. 5dB で平均値は 12. 2dB であった。また、同時期に実施した 1. 2GHz 帯を用いた通報機試験において建物侵入損を測定した結果、屋内に侵入後の屋内伝搬特性が顕著であったが、壁から 5m 程度屋内に入ったところでの侵入損失は、7. 4~25. 9dB で平均値は 14. 9dB であった。」

[7] 平成 19 年度九州総合通信局「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

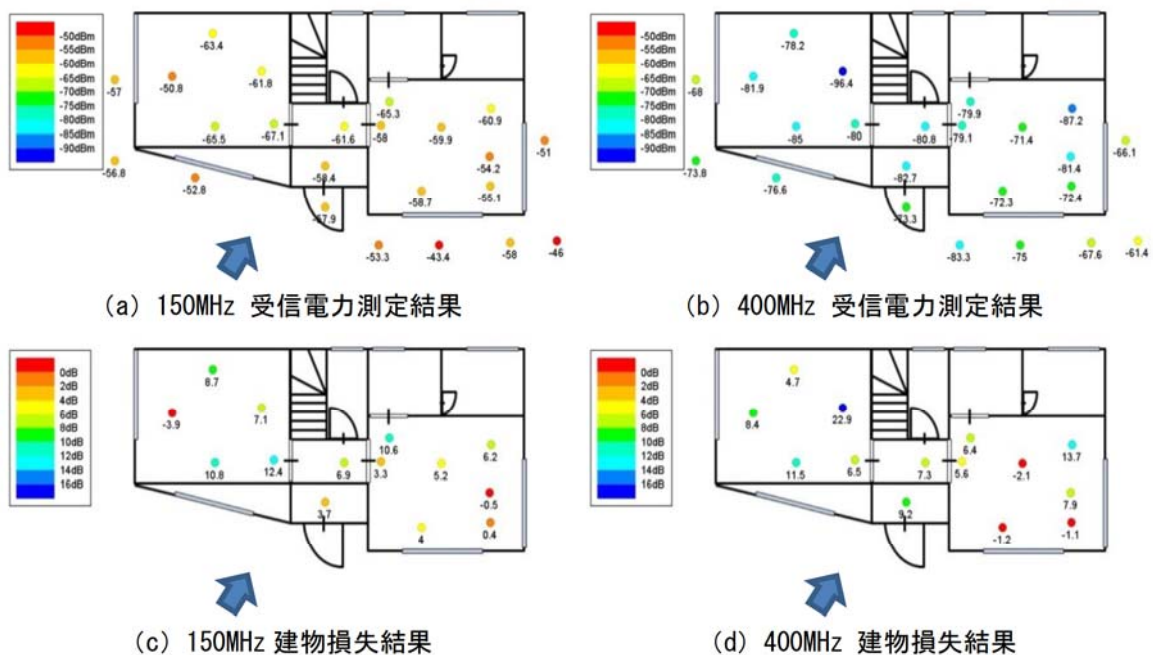
「400MHz 帯の無線装置を用いて、木造家屋と鉄筋家屋における建物の屋内・屋外の伝搬測定をおこなった結果、木造家屋による減衰量としては 1~2dB、鉄筋家屋による減衰量としては 2dB と報告されている。ただし、鉄筋家屋で複数の壁で隔たれている場合は、影響が大きく受信電界レベルの差が大きいと報告されている。なお、減衰量は屋外と屋内で壁や窓を隔てた受信電界強度の差で示されている。」

文献の[1]と[2]では、建物侵入損失の周波数特性としては逆の傾向を示しているが、数値自体の差分は大きくないことが確認できる。また、[3]によれば 4 周波数での同一場所、同時測定の結果として建物侵入損失の周波数特性は殆どないとのことである。そうであれば、150MHz 帯、あるいは 400MHz 帯の場合も参考文献[4]、[5]、[6]、[7]で報告されている実測値に近い値であるものと予想される。



付図 9-1 建物 1 における測定結果

※図中の矢印は電波の到来方向を示す。



付図 9-2 建物 2 における測定結果

※図中の矢印は電波の到来方向を示す。



(a) 150MHz 受信電力測定結果



(b) 400MHz 受信電力測定結果



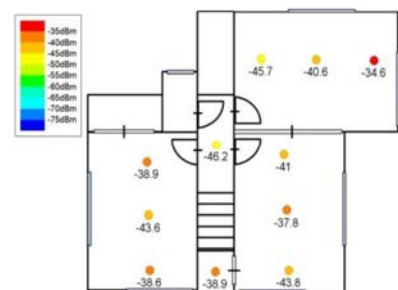
(c) 150MHz 建物損失結果



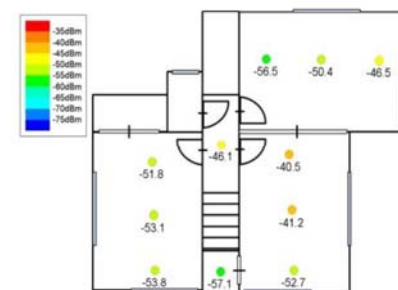
(d) 400MHz 建物損失結果

付図 9-3 建物 3 における測定結果 (1F)

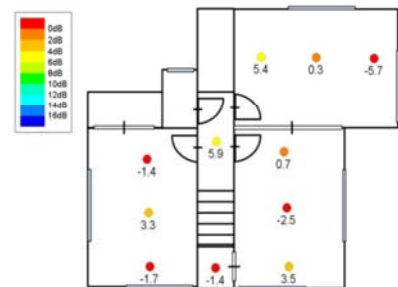
※図中の矢印は電波の到来方向を示す。



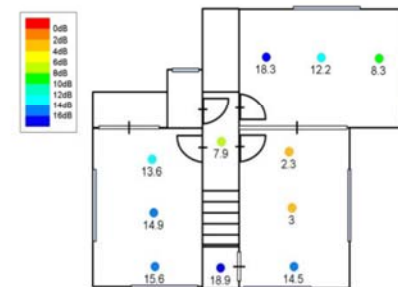
(a) 150MHz 受信電力測定結果



(b) 400MHz 受信電力測定結果



(c) 150MHz 建物損失結果



(d) 400MHz 建物損失結果

付図 9-4 建物 3 における測定結果 (2F)

※図中の矢印は電波の到来方向を示す。



(a) 150MHz 受信電力測定結果



(b) 400MHz 受信電力測定結果



(c) 150MHz 建物損失結果



(d) 400MHz 建物損失結果

付図 9-5 建物 4 における測定結果
※図中の矢印は電波の到来方向を示す。

他システムとの共用検討

本付属資料は、150MHz 帯の他システムとの共用検討を行うために実施した屋内での測定について取りまとめたものである。各測定項目における測定方法や結果について示す。

ここで、他システムとは動物検知通報システムと登山者等位置検知システムであり、地域コミュニティ無線とのキャリアセンス動作確認と隣接チャネル選択度について測定を行った。付表 10-1 に実施スケジュールを示す。

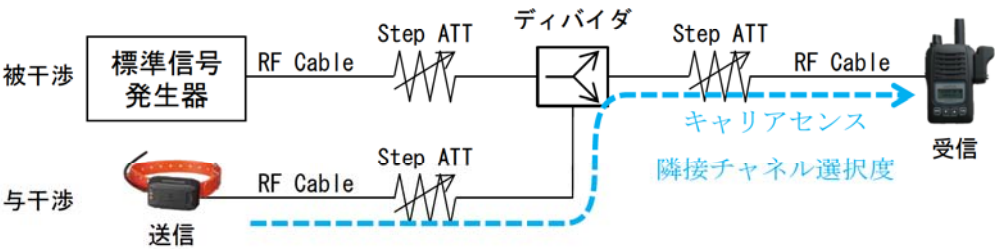
付表 10-1 他システムとの共用検討の実施スケジュール

項目	内容
日程	平成 27 年 9 月 1 日（火）～平成 27 年 9 月 3 日（木）
場所	東京都中央区日本橋浜町 アイコム株式会社内

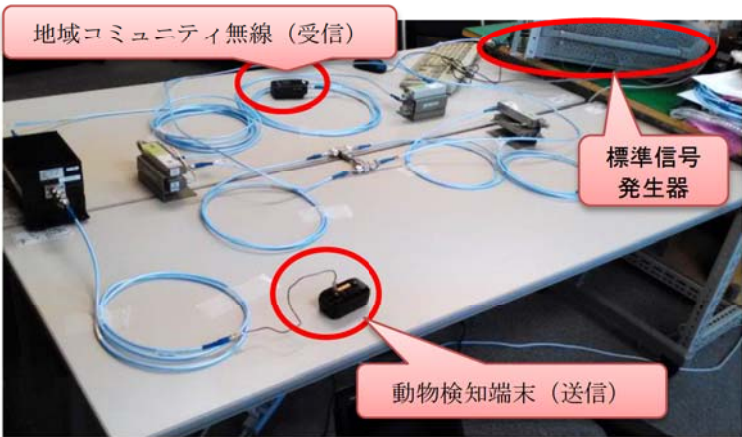
1. 動物検知通報システムとの共用検討

（1）地域コミュニティ無線への影響測定

動物検知通報システムから地域コミュニティ無線へのキャリアセンス動作および隣接チャネル選択度を測定するために用いた測定構成を付図 10-1、測定風景を付図 10-2 に示す。なお、地域コミュニティ無線の信号は標準信号発生器にて生成する。



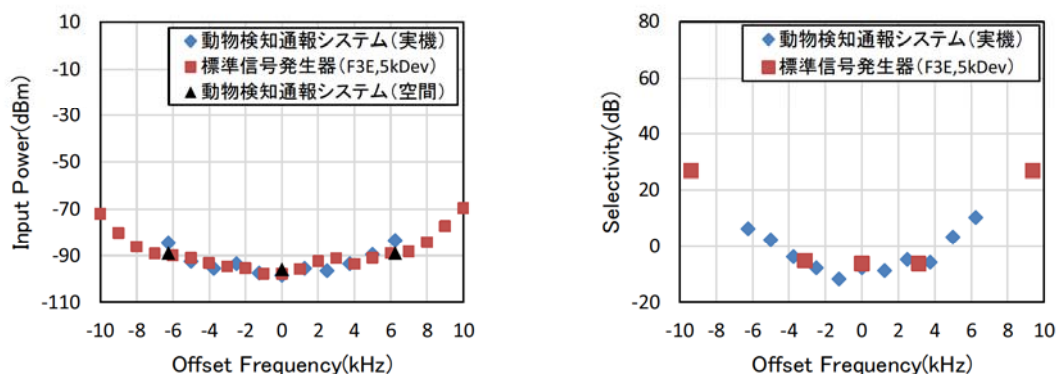
付図 10-1 有線接続による測定構成



付図 10-2 測定風景

付図 10-3 に測定結果を示す。キャリアセンスの動作確認においては、地域コミュニティ無線と異なる動物検知通報システム（電波型式 F2D）が入力されてもオフセット周波数 0kHz（同一チャネル）の場合、デジタル簡易無線の無線設備の規格値に示されている $7\mu\text{V}$ （ -96.1dBm ）を満足する -98.6dBm で動作することが確認できた。また、動物検知通報システムの実機では送信チャネルが決まっているため、標準信号発生器を用いて、アナログの音声通話を想定した F3E（5kHz Deviation）を生成し測定を行い、オフセット周波数 0kHz で -97.8dBm で動作することが確認できた。その他、有線接続から空間伝搬に変更し、動物検知通報システムの実機からの信号を入力したが、同様に $7\mu\text{V}$ を満足する結果が確認できた。

隣接チャネル選択度においては、地域コミュニティ無線と異なる動物検知システム（電波型式 F2D）が入力された場合、動物検知システムの帯域幅が地域コミュニティ無線よりも広いため、オフセット周波数 6.25kHz では 6.2dB 程度であった。また、標準信号発生器にて生成した F3E の信号も同様の結果であった。



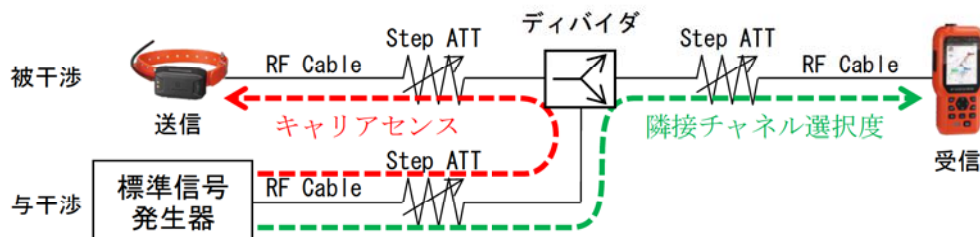
(a) キャリアセンス

(b) 隣接チャネル選択度

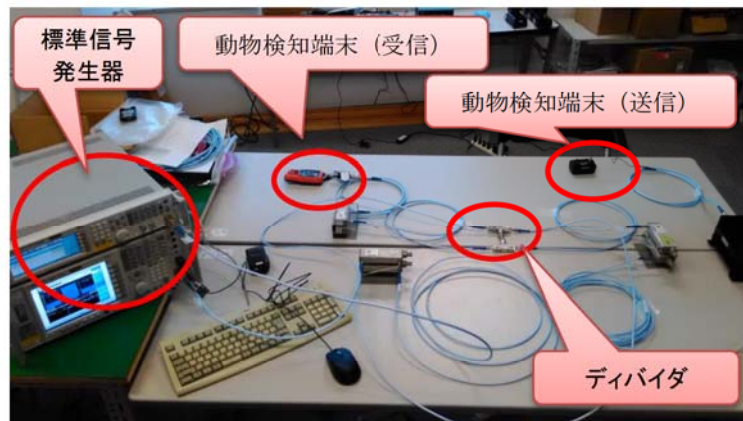
付図 10-3 動物検知通報システムから地域コミュニティ無線への測定結果

(2) 動物検知通報システムへの影響測定

地域コミュニティ無線から動物検知通報システムへのキャリアセンス動作および隣接チャネル選択度を測定するために用いた測定構成を付図 10-4、測定風景を付図 10-5 に示す。



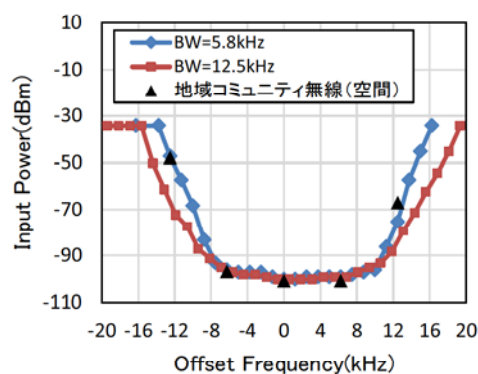
付図 10-4 有線接続による測定構成



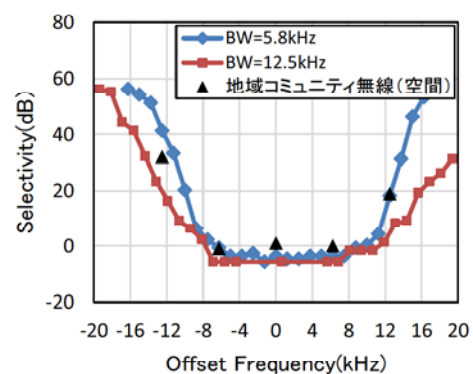
付図 10-5 測定風景

付図 10-6 に測定結果を示す。キャリアセンスの動作確認においては、動物検知システムと異なる地域コミュニティ無線（4 値 FSK）が入力されてもオフセット周波数 0kHz（同一チャネル）の場合、ARIB STD T-99（動物検知通報システム）に示されている $7\mu\text{V}$ （ -96.1dBm ）を満足する -100.3dBm で動作することが確認できた。また、地域コミュニティ無線を 2 チャネル結束した場合を想定した帯域幅 12.5kHz の信号の場合でも、 -98.3dBm で動作することが確認できた。その他、有線接続から空間伝搬に変更し、地域コミュニティ無線の試験装置からの信号を入力したが、同様に $7\mu\text{V}$ を満足する結果が確認できた。

隣接チャネル選択度においては、動物検知システムと異なる地域コミュニティ無線（4 値 FSK）が入力されても ARIB STD T-99（動物検知システム）の隣接チャネル選択度に示されているオフセット周波数 20kHz で 30dB 以上について、11.25kHz のオフセット周波数で満足していることが確認できた。



(a) キャリアセンス



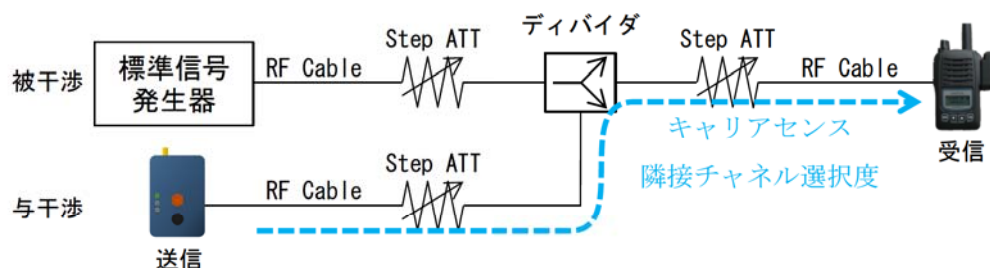
(b) 隣接チャネル選択度

付図 10-6 地域コミュニティ無線から動物検知通報システムへの測定結果

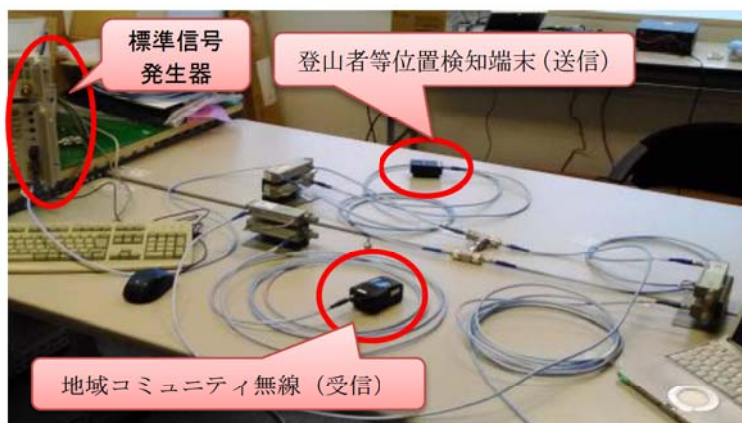
2. 登山者等位置検知システム

(1) 地域コミュニティ無線への影響測定

登山者等位置検知システムから地域コミュニティ無線へのキャリアセンス動作および隣接チャネル選択度を測定するために用いた測定構成を付図 10-7、測定風景を付図 10-8 に示す。



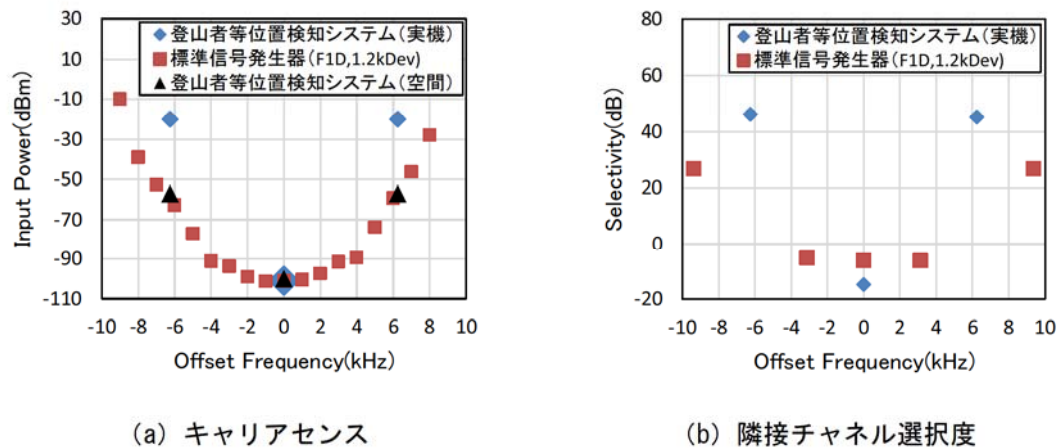
付図 10-7 有線接続による測定構成



付図 10-8 測定風景

付図 10-9 に測定結果を示す。キャリアセンスの動作確認においては、地域コミュニティ無線と異なる登山者等位置検知システム（2 値 GFSK）が入力されてもオフセット周波数 0kHz（同一チャネル）の場合、デジタル簡易無線の無線設備の規格値に示されている $7\mu\text{V}$ （ -96.1dBm ）を満足する -100.9dBm で動作することが確認できた。また、登山者等位置検知システムの試験装置では送信チャネルが決まっているため、標準信号発生器を用いて、登山者等位置検知システムを想定した F1D（1.2kHz Deviation、BT=0.7、伝送速度 2400bps）を生成し測定を行い、オフセット周波数 0kHz で -101.0dBm で動作することが確認できた。その他、有線接続から空間伝搬に変更し、登山者等位置検知システムの試験装置からの信号を入力したが、同様に $7\mu\text{V}$ を満足する結果が確認できた。

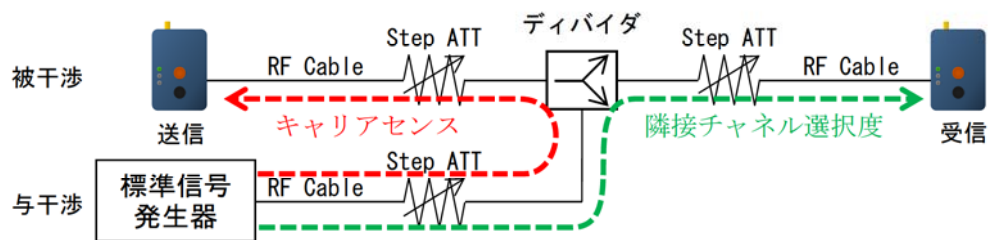
隣接チャネル選択度においては、地域コミュニティ無線と異なる登山者等位置検知システム（2 値 GFSK）が入力されてもオフセット周波数 6.25kHz の場合、デジタル簡易無線局の無線設備を満足する 45.1dB で動作することが確認できた。



付図 10-9 登山者等位置検知システムから地域コミュニティ無線への測定結果

(2) 登山者等位置検知システムへの影響測定

地域コミュニティ無線から登山者等位置検知システムへのキャリアセンス動作および隣接チャネル選択度を測定するために用いた測定構成を付図 10-10、測定風景を付図 10-11 に示す。



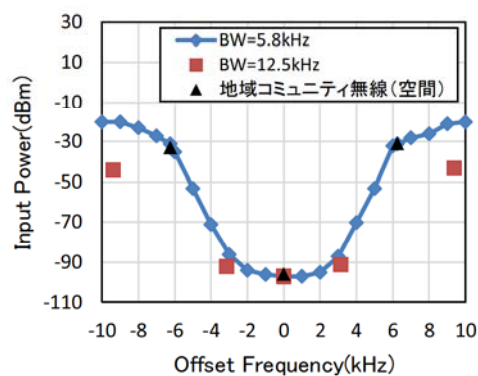
付図 10-10 有線接続による測定構成



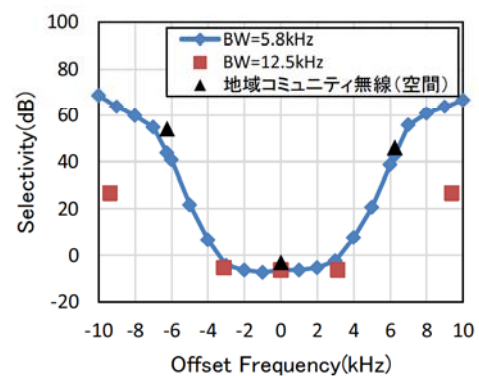
付図 10-11 測定風景

付図 10-12 に測定結果を示す。キャリアセンスの動作確認においては、登山者等位置検知システムと異なる地域コミュニティ無線（4 値 FSK）が入力されてもオフセット周波数 0kHz（同一チャネル）の場合、デジタル簡易無線の無線設備の規格値に示されている $7\mu\text{V}$ （ -96.1dBm ）を満足する -97.2dBm で動作することが確認できた。また、地域コミュニティ無線を 2 チャネル結束した場合を想定した帯域幅 12.5kHz の信号の場合でも、 -97.2dBm で動作することが確認できた。その他、有線接続から空間伝搬に変更し、地域コミュニティ無線の試験装置からの信号を入力したが、同様に $7\mu\text{V}$ を満足する結果が確認できた。

隣接チャネル選択度においては、登山者等位置検知システムと異なる地域コミュニティ無線（4 値 FSK）が入力されてもオフセット周波数 6.25kHz の場合、デジタル簡易無線局の無線設備を満足する -42.7dB で動作することが確認できた。



(a) キャリアセンス



(b) 隣接チャネル選択度

付図 10-12 地域コミュニティ無線から登山者等位置検知システムへの測定結果

用語解説

BER (Bit Error Rate)

デジタルデータの送受信における通信品質の指標の一つで、受信側で誤ったデータを受信する確率である。誤ったビット数を受信した総ビット数で割ったものである。

FSK (Frequency Shift Keying : 周波数偏移変調方式)

デジタル信号の 1、0 を送信するために使用する周波数変調の一種。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。

GPS (Global Positioning System)

全地球測位システムの略。宇宙空間に配置された GPS 衛星から送られる電波を地上のアンテナで受信して位置を求める測位方法。測量作業の他にカーナビや登山などに利用。

キャリアセンス

自分が送信しようとする周波数やチャネルの利用状況を予め検知して、同一周波数で複数の搬送波を送信しないようにする。利用されている場合には一定時間たってから再度通信を試みる機能である。

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。

周波数偏移 (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。

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 陸上無線通信委員会 小電力システム作業班（第16回）平成27年11月30日
- [2] 平成26年度北陸総合通信局「150MHz 帯の電波を使用する登山者等の位置検知システムに関する調査検討」平成27年3月

ITU-R 勧告

- [3] Recommendation ITU-R P.1812-3 (09/2013)
A path-specific propagation prediction method for point-to-area terrestrial services in the VHF and UHF bands

（社）電波産業会 標準規格等

- [4] ARIB STD-T98 “デジタル簡易無線局の無線設備”
- [5] ARIB STD-T99 “特定小電力無線局 150MHz 帯動物検知通報システム用無線局の無線設備”
平成24年7月3日2.0改定