

自営系移動無線システムの高度化に必要な
技術的条件に関する調査検討
報告書

令和 7 年 3 月

自営系移動無線システムの高度化に必要な
技術的条件に関する調査検討会

目次

はじめに

第 1 章 調査検討の概要	1
1.1 開催趣旨	1
1.2 調査検討の目的	1
1.3 調査検討項目	1
第 2 章 自営系移動無線システムの高度化の現状と課題	3
2.1 令和 5 年度調査検討で報告された課題と高度化の方向性	3
2.2 位置情報活用の現状	3
2.3 本調査検討の検討モデル	6
第 3 章 簡易無線登録局による猟犬用マーカの実証試験	9
3.1 実証試験の目的と概要	9
3.2 GPS 受信アンテナの地上高による測位誤差の評価	9
3.3 150MHz 帯簡易無線を想定したデジタル/アナログの伝搬特性の比較	12
3.4 猟犬の首輪に装着した無線機と同様な高さに静置した無線機との伝搬特性の比較	18
3.5 実使用を想定した伝送試験	23
3.6 公開実証試験	28
第 4 章 簡易無線登録局による猟犬用マーカの実証試用	29
4.1 目的	29
4.2 方法	29
4.3 アンケート結果	32
4.4 考察	45
第 5 章 まとめ	47
5.1 簡易無線登録局による猟犬用マーカの実証試験及び実証試用のまとめ	47
5.2 提言	49

資料編	51
資料1 開催要綱.....	51
資料2 構成員一覧.....	53
資料3 調査検討会開催状況	55
資料4 令和5年度「自営系移動無線システムの高度化及び将来展望に関する調査検討」報告書に示された、自営系移動無線の高度化の方向性と将来展望（一部抜粋）.....	59
資料5 実証試用のアンケート	73
資料6 実証試験に使用した無線局	79
資料7 公開実証試験	81
資料8 参照文献等	85
資料9 用語集	87

はじめに

移動無線設備は、関係者が緊密に連絡をとるための業務連絡用設備の中核としてこれまで多く利用されてきた。そのような移動無線設備については、近年 IP 無線が普及し始めており、安定した通信が広範囲にわたって可能である一方で、電気通信業者が運用する携帯電話基地局が不可欠であるため、そのサービス圏は人口が集中する地域に限定しがちである。このため、IP 無線は多様化している今日の各種業務や活動を考えると、必ずしも有用でない場合が考えられる。

自営系無線システムは、移動無線設備の中でも使用者が所有する無線設備に備えたアンテナ間の電波伝搬を通して通信するシステムであり、携帯電話サービス圏外であっても簡易な操作で通信が可能である事その他、免許された無線回線の独占使用や一斉連絡が可能である等の長所があるが、一方で無線従事者資格の必要性等の短所もあり、その特徴は一長一短である。自営系移動無線システムについては、令和5年度に九州総合通信局で行われた調査検討会によりその高度化と将来展望に関する報告が行われたが、その結果、将来展望等を確認できたと同時に、移動中の通信の安定性についてより求められている現状を把握することができた。

本検討会ではそのような自営無線システムに再び注目し、さらに多く使用される音声データに加えて位置情報等のデータを活用した利活用拡大の可能性に注目した。同時に、移動中の通信の安定性についても注目し、一例として、350MHz 帯のデジタル簡易無線登録局を用い、厳しい電波伝搬環境であり、かつ携帯電話サービスの行き届きにくい山間部において新たなユースケースの可能性や技術的条件について検討した。これを受けて、本検討会においては実証実験を含めた実践的な検討を行い、その結果を踏まえて自営系移動無線システムの将来展望を改めて議論することができた。以上の調査検討の結果が、我が国における各種活動の促進及び今後の有益な電波利活用に資することにつながれば幸いである。

最後に、本調査検討会にご参加いただいた委員各位を始め、事務局各位、さらに御協力いただいた団体関係者やサポートしていただいた全ての皆様方に心から御礼申し上げます。

令和 7 年 3 月

自営系移動無線システムの高度化に必要な技術的条件に関する調査検討会
座長 熊本大学 大学院先端科学研究部 教授 福迫 武

第1章 調査検討の概要

1.1 開催趣旨

九州総合通信局では、令和5年度調査検討会において「自営系移動無線システムの高度化及び将来展望に関する調査検討会」を開催し報告書を取りまとめた。

その中において、自営無線を利用するユーザーへのアンケートやメーカー等へのヒアリングなどを通じて、不感地帯の解消や安定した通信の確保、位置情報等のデータ通信の活用などの高度化及び価格の低廉化等、今後検討が必要な技術的課題やニーズを集約し、求められている高度化のあり方を明らかにしてきたところである。

本調査検討会は、音声通信による小規模システムが主流となっている自営系移動無線システムの利活用拡大に必要となる位置情報等のデータ通信の活用等についてIoT分野への活用も視野に入れ、具体的なユースケースや必要な技術的条件等について検討し、有益な電波活用に資することを目的に開催するものである。

1.2 調査検討の目的

令和5年度「自営系移動無線システムの高度化及び将来展望に関する調査検討」の結果を踏まえ、音声通信による小規模システムが主体となっている自営系移動無線システムの利活用拡大に必要となる位置情報等のデータ通信の活用等について、IoT分野への活用も視野に入れ、具体的なユースケースや必要な技術的条件等について検討し、有益な電波利活用に資することを目的とする。

1.3 調査検討項目

調査検討会は、前節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) 位置情報等のデータ通信の活用等を行うために必要な諸元、通信時間、通信間隔等のモデルに関すること
- (2) 位置情報等のデータ通信の活用等を行うシステムに必要な技術的条件(通信時間、通信間隔等)に関すること
- (3) (1)、(2)を実現するためのモデルの実証試験に関すること
- (4) 位置情報等のデータ通信活用モデルを実現するための取りまとめを行うこと

第2章 自営系移動無線システムの高度化の現状と課題

2.1 令和5年度調査検討で報告された課題と高度化の方向性

令和5年度「自営系移動無線システムの高度化及び将来展望に関する調査検討」（以降「令5自営検討」と記す）では、自営系移動無線の現状把握とニーズ調査を行い、課題を整理している。その報告書（以降「令5自営検討報告書」と記す）では、自営系移動無線の高度化について以下に示す高度化の方向性と将来展望が示されている。

- (1) 複数基地局からの同時送信
- (2) IP無線との相互接続
- (3) 中継機の利用
- (4) 安定した通信や不感地帯の解消
- (5) 高音質な音声通話の実現
- (6) 位置情報等の活用に関する機能

それぞれの内容については、令5自営検討報告書から抜粋したものを資料4に示す。

本調査検討では、この中から「位置情報等の活用に関する機能」について取り扱う。令5自営検討報告書では、簡易無線を除外※して検討されているが、自営無線としての基本システムは同様のため、以降は簡易無線を含めて検討する。

※令5自営検討では、自営系移動無線を「総務省 情報通信統計データベースに掲載されている用途別無線局数のデータにおいて、平成26年度以降のものに用いられている用途別分類35のうち、電気通信業務、アマチュア、MCA、簡易無線の4つの用途を除いた用途に属するもので基地局および陸上移動局を対象とする。」と定義したため。

2.2 位置情報活用の現状

2.2.1 自営系移動無線の位置情報活用の事例

GPSによる測位システムが広く民間に開放された2000年以降、GPS受信機の普及とともに自営系移動無線においても位置管理システムが利用されるようになった。当初は、GPS受信機のサイズや消費電力の制約により、車両位置管理システムとして利用が始まった。用途としては、車両の位置把握がビジネスの収益に直結する、タクシー、配送業、ミキサー車などが主であった。

従来タクシーでは、客からの電話による配車要請が入ると、オペレーターが音声による通話で配車先の場所を一斉通信で伝え、近傍と考える運転手が所要時間を応答するような運用であったが、GPS位置管理システムの導入によりオペレーター側で近傍の車両を選定し、指令できるようになった。さらに、データ伝送の併用により、空車、実車、休憩などの車両の状態の把握も可能になり、配車先の指示やそれに対する応答もデータのみで可能になった。これらにより客が乗車中であっても静かに指令応答が可能になった。

GPSの普及により、デバイスの小型化、低廉化が進むと、携帯型無線機への装着や無線機への内蔵により、位置管理システムが利用しやすくなり、収益面だけでなく、効率化や安全確保を目的とする利用も広まってきた。

表 2-1 に、自営系移動無線の位置情報活用の代表的な事例を挙げる。

表 2-1 自営系移動無線の位置情報活用の代表的な事例

業種	主目的	利用方法
タクシー	配車効率の向上	配車センターで車両位置及び状態を把握し、客からの配車要請に利用する。
配送業	配車効率の向上	配送所に入る再配達要請や集荷要請に対し、適切な車両を効率的な順番で対応させることに利用する。
ミキサー車	配車効率の向上	時間的に状態が変化していくコンクリートに対し、工事現場の進捗に合わせて適切に車両を到着させることに利用する。
バス	顧客満足度の向上	バスの位置を把握し、運行管理に利用したり、web サービス等で到着予想時間などを利用者に提供するシステム(バスロケーションシステム)などに利用したりする。
ゴルフカート	顧客満足度の向上、安全確保	クラブハウスでカートの位置を把握し、プレーが遅れているパーティーに督促したり、ホールでのプレーを許可(複数のパーティーが1つのホールで同時にプレーすると危険なため、先行パーティーがプレーし終わってから後続のパーティーにプレー開始を許可)したり、雷等の危険を伝えたりする。
警備員	安全確保	巡回中の警備員の位置を警備室で管理把握する。
漁業	安全確保	養殖作業用の船の位置を漁協等で管理し、雷や津波などの危険を伝えたり、長時間移動しないなどの異常を把握したりする。
スキーパトロール	安全確保、業務効率の向上	パトロール中の隊員に別の業務を指示したり、レスキューに向かう隊員の位置を把握したりする。
放送中継車	業務効率の向上	現場で、映像回線用のマイクロ波アンテナを設定する際、連絡用無線の GPS 位置情報を利用したり、報道現場に向かう中継車の位置を確認して到着時間を想定したりするなど利用する。
放送取材ヘリコプター	業務効率の向上	映像回線用のマイクロ波アンテナを設定する際、連絡用無線の GPS 位置情報を利用したり、上空から現場を探索する際、中継車やスタッフの GPS 位置情報を利用したりする。

いずれの業種においても、位置情報を把握する事務所、指令所等に位置管理アプリケーションを設置し、GPS 位置情報送信に対応した移動無線機(携帯型、車載型)からの位置情報を地図上に表示するなどして業務に活用している。業種によって時間管理、効率的な配車、作業者の安全確保、作業の効率化などを目的としている。

アプリケーションの構成により、地図上に立ち入り禁止エリアや逸脱禁止エリアの警報を設定し、安全を確保したり、位置情報を他のシステム(バスロケーションシステム、ヘリコプターカメラの制御、画像伝送マイクロ波無線アンテナ方向制御など)と連携し、他機器を自動制御したりする利用もある。

2.2.2 自営系移動無線の位置情報活用の技術的整理

自営系移動無線の位置情報活用の事例について、技術的に整理したものを表 2-2 に示す。

表 2-2 自営系移動無線の位置情報活用事例の技術的整理

項目	内容	説明
周波数	150MHz 帯 (VHF)、400MHz 帯 (UHF)など	VHF 帯は伝搬に有利だが空中線が大きく携帯性が悪い。UHF 帯は比較的減衰が大きい空中線が小さく携帯性が良い。反射によって遠方まで届く環境もある。
電波形式	G1D、F1D、F2D など	アナログ音声と併用の場合は MSK の利用が多い。狭帯域デジタル方式の場合は音声データの代わりに位置情報データを伝送する方式が多い。
通信の方法	時間周期による 自発呼 ポーリング応答 音声通信への付加	自発呼は通信頻度を高めることができるが、音声通信と併用する場合、衝突の原因となる。 ポーリング応答は、通信衝突のリスクを下げられるが通信効率が下がり、情報伝送頻度が下がる。 音声通信への付加は、通信衝突はないが、音声通信がないと状態が更新されない。 位置情報更新頻度と音声通信頻度の兼ね合いから上記を併用する方法が一般的。
通信時間	0.1 秒～2 秒程度	自発呼の場合は、変調方式・伝送データの構成により 0.2 秒～1 秒程度。 $\pi/4$ シフト QPSK で 9600bps、4 値 FSK で 4800bps、MSK で 1200/2400bps だが伝送データを短縮できるため大きな差は出ない。 ポーリングの場合は、ポーリング送信、応答が必要であり、確認や再送などの送信も行う場合は通信の往復数が増え、時間がかかる。 音声通信に付加する場合、終話時に 0.1 秒程度のデータ付加で伝送できる。
収容台数と通信周期	～50 台/チャンネル程度	情報更新頻度と通信の方法による。音声通信に位置情報を付加する場合は、音声通信頻度にもよる。 例：ほとんど位置情報のみの通信で 2 分毎に情報更新の場合、自発呼で 2 秒ごとに送信すると考えると 60 台収容できる。
必要チャンネル数	位置情報活用の条件による	情報更新頻度、音声通信頻度、収容台数から求めることができる。 例：ほとんど位置情報のみの通信で 2 分毎に情報更新の場合、自発呼で 2 秒ごとに送信すると、100 台収容するには 2ch 必要になる。
簡易無線と一般業務用無線	業種、免許人の意向による	通信の重要度・即時性(チャンネル共用の可否)、所要空中線電力(所要通信エリア)、無線従事者選任の可否等によって選定される。 タクシー、放送事業者などは一般業務用無線、ゴルフカート、警備員、スキーパトロールなどは、簡易無線の利用が多い。
通信範囲	業種による	配送車、ミキサー車、タクシー等は、自社業務範囲。 ゴルフカート、警備員(構内)、スキーパトロール等は、敷地内。 放送中継車、放送取材ヘリコプター等は、放送域内(応援を含めると全国)。
利用される位置情報の内容	業種による	緯度経度は必須。 高度はヘリコプター等で必要。 速度、移動方向は、車両運行管理で必要。

2.2.3 自営系移動無線の位置情報活用の課題

自営系移動無線の位置情報活用について、以下のような課題が想定される。

2.2.3.1 使用場所と周波数帯

システム構築時、選定すべき周波数帯は、音声通信同様、利用環境や携帯性等を考慮する必要がある。

たとえば、理論上は VHF 帯が伝搬に有利、UHF 帯が携帯に有利との考え方があるが、近年、都市部において VHF 帯の都市雑音が増加しており、所要 C/N の確保が困難になり、UHF 帯が有利になるケースもある。また、スキー場での利用の場合、雪面の反射により、計算より強い伝搬となることが多い。さらに、携帯型無線機の所持方法によって人体の影響が変わるため、周波数帯や空中線の形式(共振波長や短縮の有無など)によっても影響度が異なる。

2.2.3.2 変調方式

MSK などのアナログ方式と $\pi/4$ シフト QPSK や 4 値 FSK などの狭帯域デジタル方式等が主流であるが、音声通信との併用有無、フェージングやマルチパス環境の有無、価格等、用途によって好適な方式を選定する必要がある。

2.2.3.3 バッテリー持続時間

変調方式、通信頻度によって消費電力が変わる。位置情報活用の要求事項(位置更新頻度、移動無線機のサイズ・質量、価格、バッテリー交換の可否など)に合わせる中で現実的な消費電力が求められる。

2.2.3.4 所要エリアの確保

業種、利用環境によって所要エリアが変わる。所要エリアを確保するための無線システム構成を選定する必要がある。

2.2.3.5 簡易無線の通信時間

簡易無線の場合、1 回の通信時間は 5 分に制限される。また、1 回の通信が終了したあとは、原則として 1 分間は次の通信ができない。

2.3 本調査検討の検討モデル

2.3.1 検討モデルの選定

自営系移動無線システムの高度化として、位置情報活用を検討モデルとする。

以下の理由により、検討モデルは、携帯電話網の弱い山間部を対象地域とし、人ではない動物や器物の位置管理をモデルシステムと設定し、その代表例として、狩猟者と狩猟犬の位置情報活用とする。

- (1) 自営系移動無線による車両位置情報の活用は、すでに多くの利活用事例があるため、車両ではなく人および動物を位置情報の対象とする。

- (2) 携帯電話環境が整った場所では移動範囲が広くとれることもあり、携帯電話網を利用した IP 無線やスマートフォン等によりシステムが構築され、自営系移動無線を利用した位置管理は減少の傾向にある。
- (3) スキーパトロールや警備員などの人・位置情報の活用およびゴルフカート等の器物の位置情報活用はすでに利活用事例がある。

2.3.2 平成 22 年度調査検討会の概要

平成 22 年度「猟犬等位置把握・検知用無線システムに関する調査検討」(九州総合通信局主催)(以降「平 22 猟犬検討」と記す)において、猟犬の位置情報を活用する猟犬用マーカースについて検討されている。その中でまとめられた要求事項は以下の通り

- 親機から子機の位置が検知できること。
- 一度に管理可能な子機は最低5台であること。
- 親機/子機間の通信距離は3km程度であること。
- 子機の連続使用が可能な時間は最低72時間程度であること。(1日目(狩猟時)と2日目以降(回収時)では必要となる情報は異なる)
- 親機/子機とも小型軽量であること。(アンテナも小型の方が望ましい)
- 親機/子機とも堅牢であること。
- 親機/子機とも防水機能を持つこと。
- 猟犬の状況(鳴き声など)がわかること。
- 猟犬の周囲状況(周辺画像など)が確認できること。
- 親機と狩猟者間の連絡用無線機が一体化されていること。

また、平 22 猟犬検討の実証試験では、UHF 帯(351MHz、467MHz)デジタル簡易無線、VHF 帯(154MHz)アナログ簡易無線を比較している(表 2-3)。結果、電波伝搬特性だけに着目すると 154MHz の優位性が挙げられている。

運用面では、VHF 帯アナログ簡易無線は、チャンネル数の少なさ、環境雑音の影響や混信などの受信状況の悪化等の問題が考えられ、UHF 帯のデジタル通信方式は GPS データ通信との親和性、小型化に利便性の高さがあるとされた。

送信出力は、狩猟者の運用範囲である 3km 程度であれば送信出力 4W が必要とされ、最終的には、製品市場の大きさ、レンタル使用の可能性等から、デジタル簡易無線登録局(351MHz 帯)の使用を提言している。

表 2-3 平 22 猟犬検討における簡易無線の評価

	154MHz 帯	351MHz 帯	467MHz 帯
伝搬距離	○	△	△
地形などの影響	○	△	△
アンテナ角度の影響	○	△	△
環境雑音の影響	△	○	○
チャンネル数	△	△	○

○:優位 △:優位なものより劣る

2.3.3 本調査検討会の検討モデル

平 22 猟犬検討の提言および以下の理由から、デジタル簡易無線登録局を用いた猟犬マーカーの実現をモデルとする。

- 無線従事者資格不要で利用できる。
- 狩猟環境では、異なるグループでの使用や連絡用と位置情報用の使い分けなど複数のチャンネルが必要と考えられる。
- 令和 5 年の制度改正でチャンネルが増波され、30 チャンネルであったものが 82 チャンネルとなり、利用しやすくなった。
- 登録局とすることで、機器のレンタルが可能となる。
- 通信の相手方に制限がないため、個々の狩猟者が所有する無線機の間で通信ができる。
- 令和 5 年の改正により、自動的または遠隔制御により動作する簡易無線が制度化され、無人での運用が可能になった。
- 平 22 狩猟検討の後、VHF 帯デジタル簡易無線が制度化されたが、使用周波数はアナログと共用であり、チャンネル数が少ないという評価は変わらない。

第3章 簡易無線登録局による猟犬用マーカの実証試験

3.1 実証試験の目的と概要

自営系移動無線システムの高度化として選定した、位置情報活用の検討モデルとして、第2章で選定したモデル(デジタル簡易無線登録局を用いた猟犬用マーカ実現)のための実証試験を行う。実施する実証試験の概要を表 3-1 にまとめる。

表 3-1 実施する実証試験

項番	実証試験内容	実施場所
1	GPS 受信アンテナの地上高による測位誤差の評価	神奈川県横浜市
2	150MHz 帯簡易無線を想定したデジタル/アナログの伝搬特性の比較	平 22 猟犬検討で使用した場所 (熊本県熊本市小萩公園等)
3	猟犬の首輪に装着した無線機と、同様な高さに静止した無線機単体との伝搬特性の比較	測定に適した広場 (熊本県熊本市内ドッグラン施設)
4	実使用を想定した伝送試験	狩猟場所となっている山林 (熊本県八代市)
5	公開実証試験 猟犬の位置表示の実演と試験機材の紹介	展示に適した広場 (熊本県熊本市内ドッグラン施設)

1. 一般に車両装着や人間所持によって利用される GPS 受信機を猟犬の首下程度の高さで利用した場合の測位精度が実用になるかの評価を実施する。
2. 平 22 猟犬検討では、VHF デジタル簡易無線の制度化前だったため、VHF デジタル方式の比較を確認できていないことから、VHF デジタル簡易無線を想定した比較評価を実施する。
3. 平 22 猟犬検討では、試験機材を低い位置に単独で開放的に設置していたため、動物等の肉体の影響を確認できていないことから、実際に猟犬に取り付けた状態での技術的評価を実施する。
4. 平 22 猟犬検討では、試験機材を静止させた状態での確認だったため、実際の移動によるフェーディング等の伝搬事象を確認できていないことから、猟場において走る猟犬に取り付けた状態での評価を実施する。
5. 実証試験の内容を調査検討会構成員及び実ユーザーに公開する。

3.2 GPS 受信アンテナの地上高による測位誤差の評価

3.2.1 目的

一般に車両装着や人間所持によって利用される GPS 受信機を、猟犬の首輪のような約 0.5m の地上高で受信した場合、地面による影響で精度が落ちることがある。その影響を実証試験機材で評価する。

3.2.2 方法

実証試験機材のデジタル簡易無線登録局(GPS 受信機内蔵)を用いる。

図 3-1 のように、1 台を地面から約 0.5 m に、別の 1 台を約 1.5 m に設置し、同時刻の測位状態を比較する。

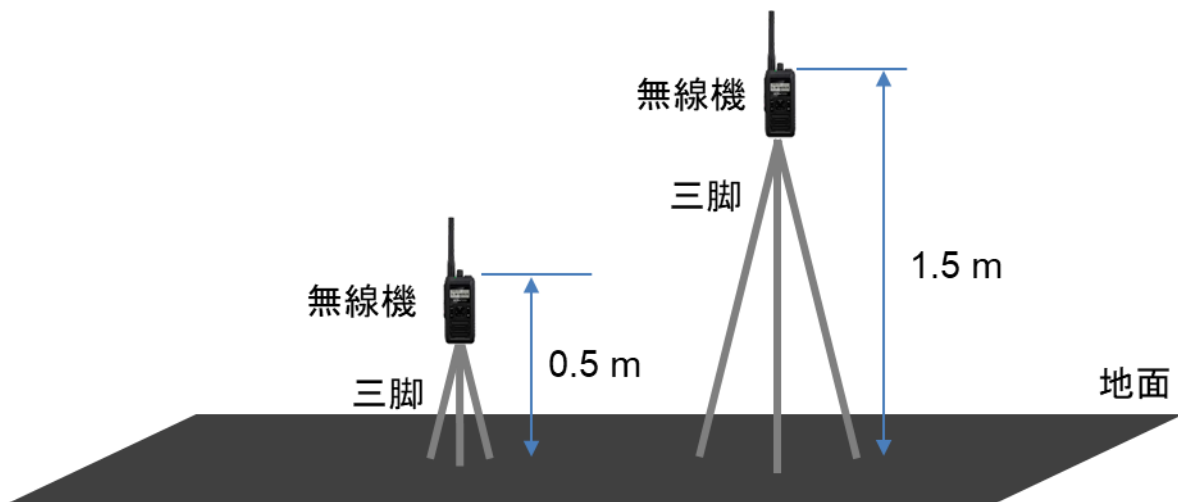


図 3-1 GPS 受信アンテナの地上高による測位誤差の測定構成

3.2.3 結果

図 3-2 は、5 秒ごとに測位した位置をプロットしたものである。縦横軸の 1 目盛は 0.001[分]であり、横軸(経度)で約 1.51m、縦軸(緯度)で約 1.85m となっている。

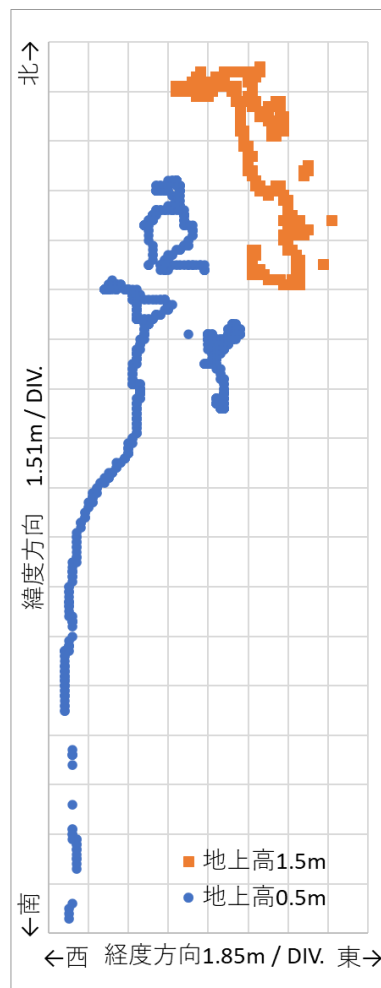


図 3-2 GPS 受信アンテナの地上高による測位誤差の測定結果(座標プロット)

同じデータを用いて中央値からの距離[m]を算出し、標準偏差と最大値、最小値をまとめたものを表 3-2 に示す。また、ヒストグラム化したグラフを図 3-3 に示す。

表 3-2 GPS 受信アンテナの地上高による測位誤差の測定結果(標準偏差、最大値、最小値)

	地上高 1.5m	地上高 0.5m
標準偏差	1.704271	3.718838
最大値	6.503452	21.88946
最小値	0.151209	0.453628

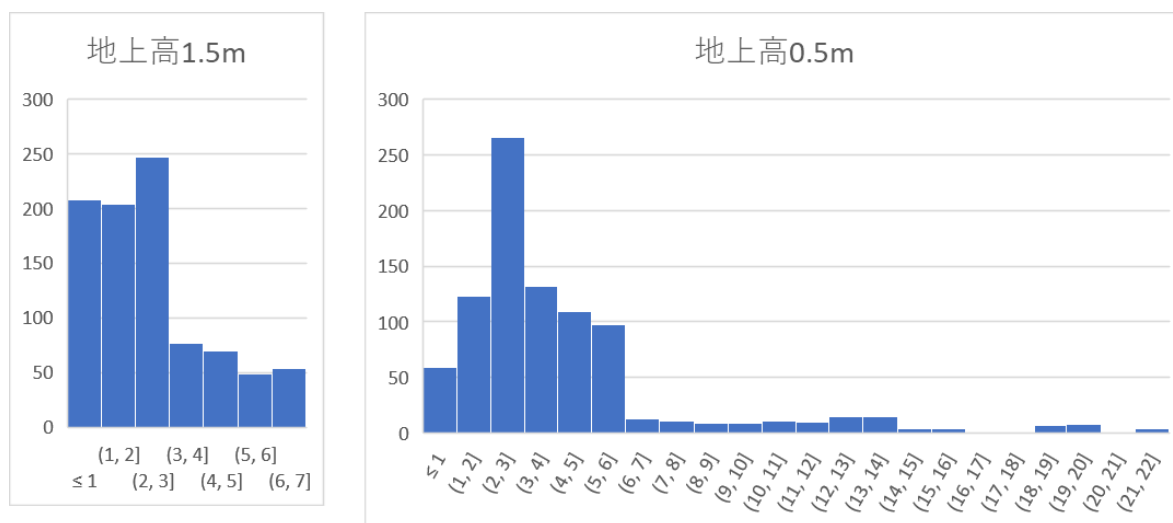


図 3-3 GPS 受信アンテナの地上高による測位誤差の測定結果(ヒストグラム)

いずれのデータからも地上高 1.5m に比べて 0.5m の方が、測位状態のばらつき(誤差と考えられる)が大きくなっていることがわかる。

3.2.4 考察

以上から、地面の影響により、地上高が低くなると GPS 測位誤差が大きくなることが確認された。

ただし、その測位誤差は、最大 20m 程度と考えられ、ドッグマーカーとしての利用に致命的な影響を与えるものではないと想定される。

3.3 150MHz 帯簡易無線を想定したデジタル/アナログの伝搬特性の比較

3.3.1 目的

平 22 猟犬検討では制度化されていなかった 150MHz 帯デジタル簡易無線の使用を想定し、伝搬特性の比較を行うことで、平 22 猟犬検討の結果と合わせて、現行簡易無線の利用評価を行う。

3.3.2 方法

実験試験局(150 MHz 帯)を用い、同一の無線機及び空中線を使用して、アナログ FM 方式(16K0F2D)と 4 値 FSK デジタル方式(5K80F1D)を切り替え、同じ周波数で試験する。

図 3-4 のように、送信側は地面から約 0.5 m の給電点とし、受信側は約 1.5 m とする。(平 22 猟犬検討と同条件)

受信側での評価は、信号強度(受信機入力レベル)、および位置情報の伝送を想定したパケットエラーレート(位置情報と類似のデータ伝送を行ったときの失敗率)で実施する。

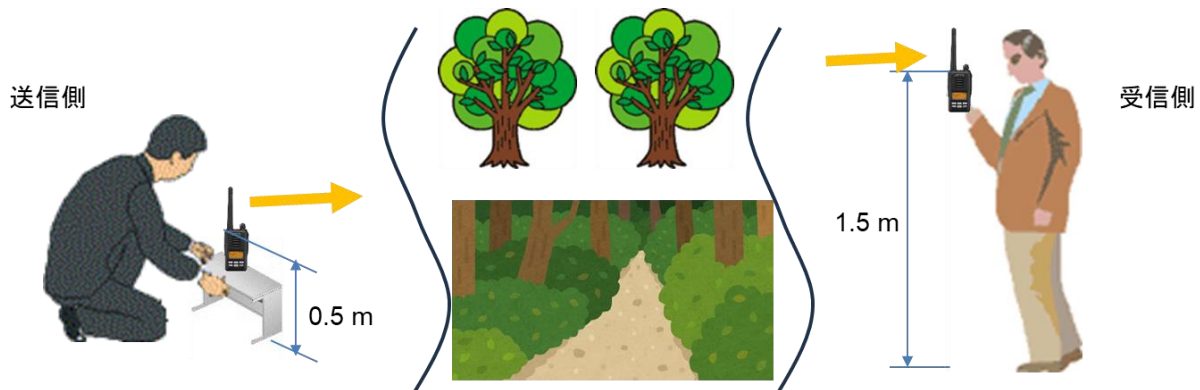


図 3-4 150MHz 帯簡易無線を想定したデジタル/アナログの伝搬特性の比較の測定概要

試験場所は、平 22 猟犬検討の実施場所(図 3-5)のうち、受信レベルが比較的低い 10~20dB μ V の No.5、No.7、No.9 の地点を選定し、平 22 猟犬検討と同様な方法で受信点(小萩園・展望台)との間の伝搬試験を実施した。

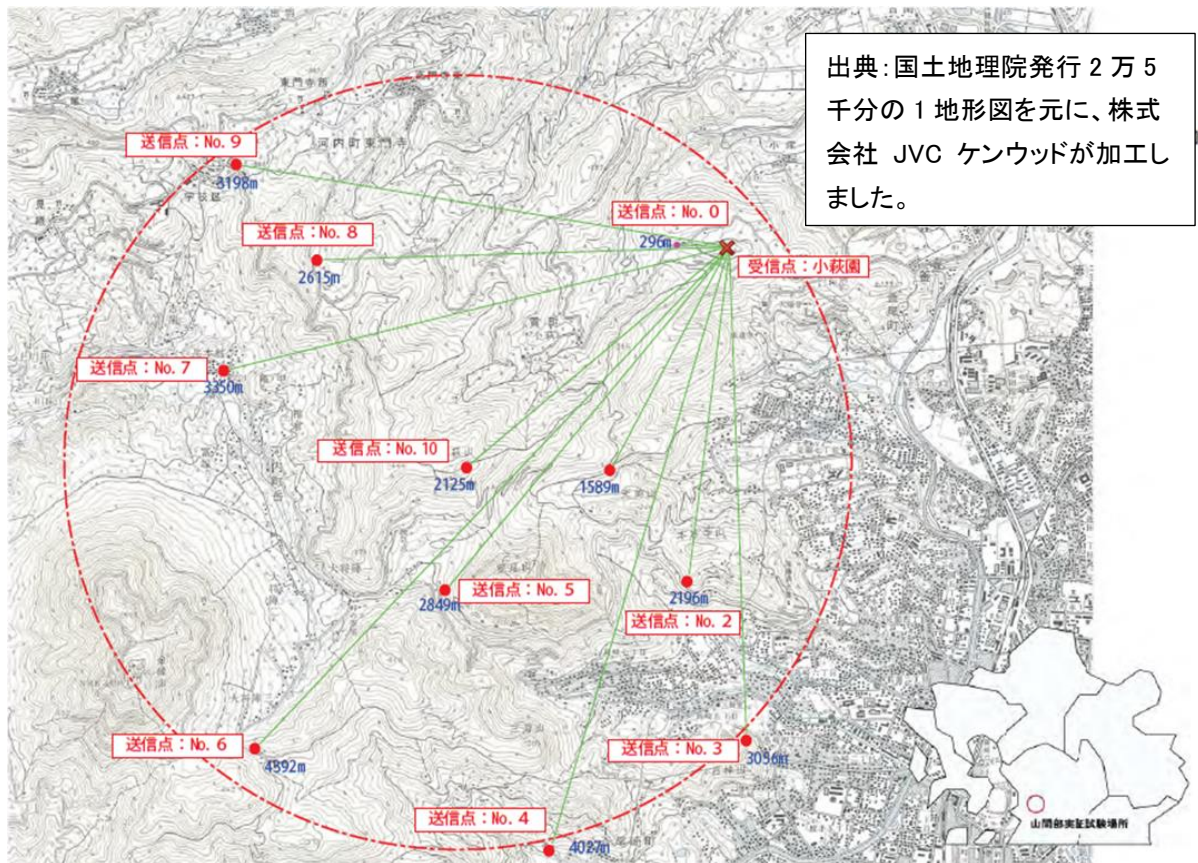


図 3-5 平 22 猟犬検討の試験実施場所

受信点(小萩園・展望台)から東側は開けていて展望可能だが、北、西、南側には高い山がある。



図 3-6 受信点(小萩園・展望台)から東を望む

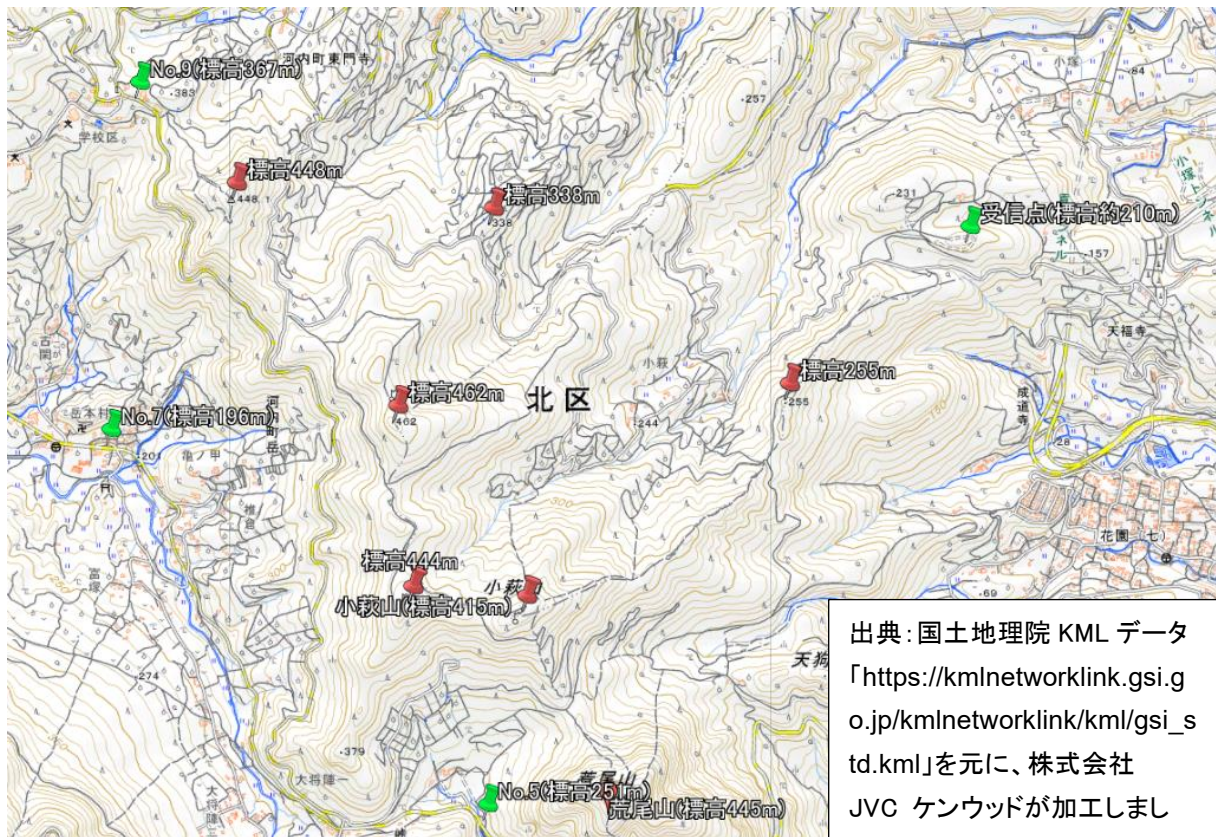
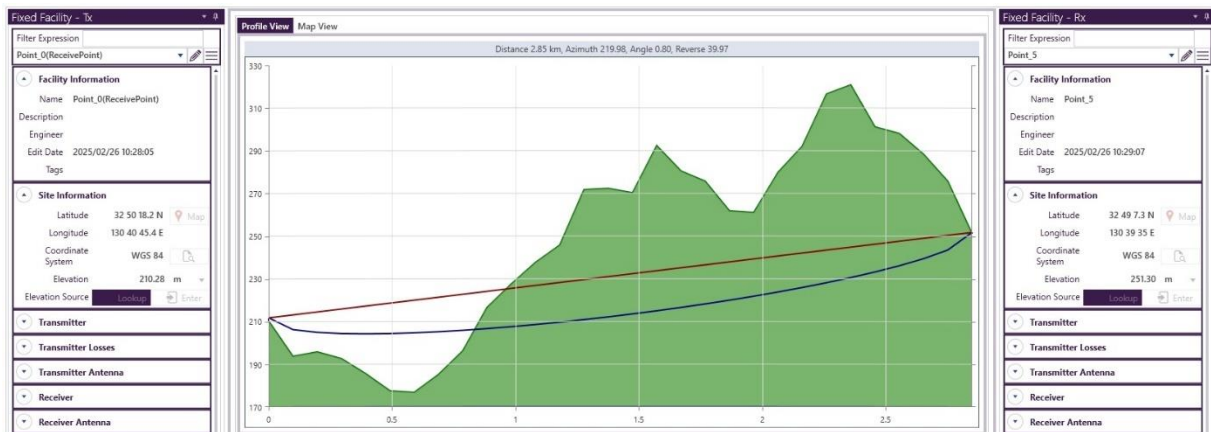


図 3-7 受信点から各送信点の間にある山々と標高



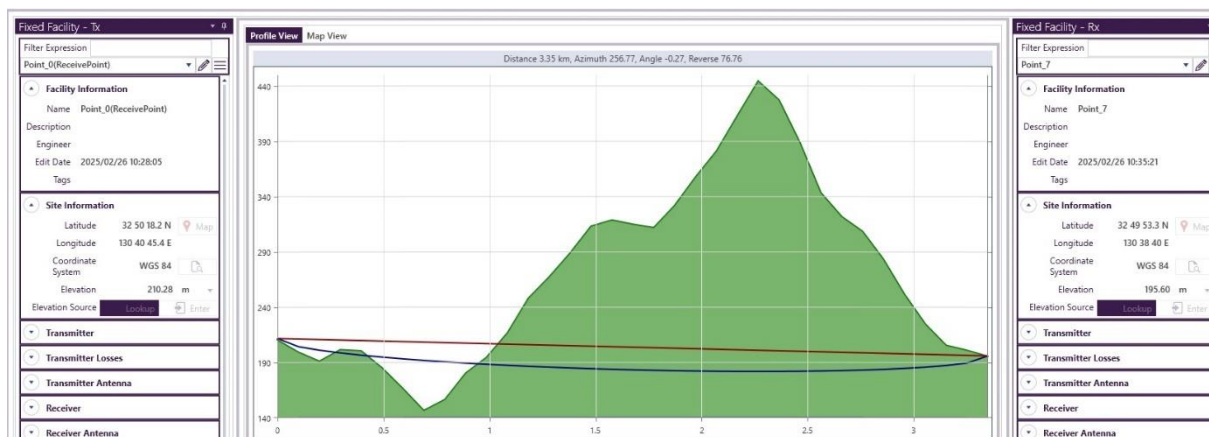


図 3-9 受信点(左)と No.7(右)との間の地形(断面)

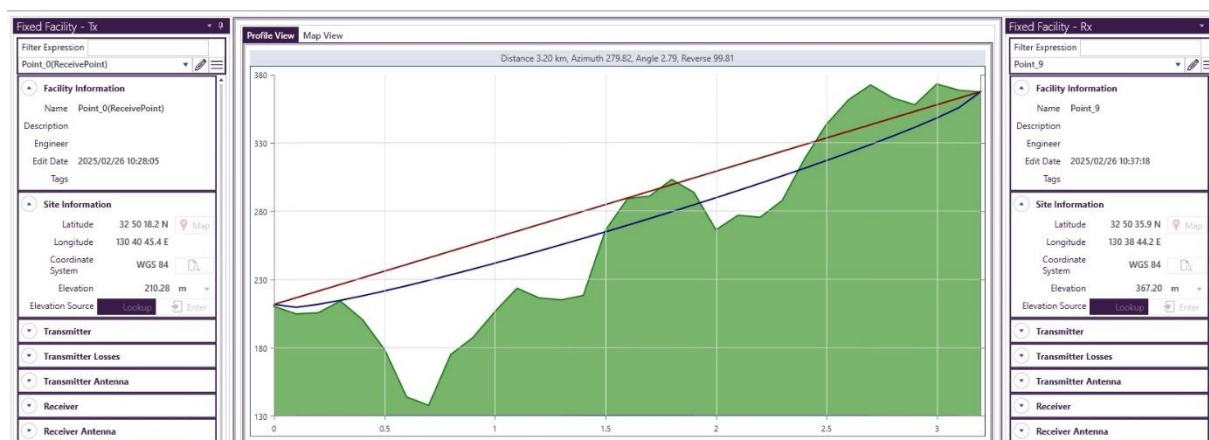


図 3-10 受信点(左)と No.9(右)との間の地形(断面)

3.3.3 結果

No.9 における結果を表 3-3 に、No.5 における結果を表 3-4 に示す。アナログ FM 方式の 1ch と 4 値 FSK デジタル方式の 2ch は同じ 154.45 MHz、同様にアナログ 6ch とデジタル 18ch は 154.55 MHz である。

**表 3-3 150MHz 帯簡易無線を想定したデジタル/アナログの伝搬特性の比較の測定結果
(No.9 地点)**

No.9		デジタル	アナログ
1 回目	ch	2	1
	RSSI	-110 dBm 程度	-108 dBm 程度
	PER	43% 56 回受信／99 回送信	2% 97 回受信／99 回送信
2 回目	ch	18	6
	RSSI	-116 dBm 程度	-115 dBm 程度
	PER	16% 84 回受信／100 回送信	0% 100 回受信／100 回送信
3 回目	ch	18	6
	RSSI	—	—
	PER	14% 86 回受信／100 回送信	0% 100 回受信／100 回送信
4 回目	ch	18	6
	RSSI	—	—
	PER	0% 100 回受信／100 回送信	4% 96 回受信／100 回送信

**表 3-4 150MHz 帯簡易無線を想定したデジタル/アナログの伝搬特性の比較の測定結果
(No.5 地点)**

No.5		デジタル	アナログ
1 回目	ch	2	1
	RSSI	-104 dBm 程度	-106 dBm 程度
	PER	0% 100 回受信／100 回送信	0% 100 回受信／100 回送信

受信点、送信点いずれの試験場所においても時々混信(簡易無線の音声通信)が確認された。そのなかで、表 3-3 において、デジタル、アナログともに 100%の受信成功率(PER=0%)が観測されることがあった。

したがって、受信の失敗は、混信によるものと考えられる。

No.5 では PER 0%が観測され、比較にならないため 1 回の測定で終了した。

また、No.7 は、混信が排除できず、測定できなかった。

実験試験局は、簡易無線の周波数を利用しているため、いずれの場所でも混信が完全には排除できず、デジタルとアナログの通信を同時に実施できないことから、比較は困難と判断した。

通信の状況から、デジタル、アナログのエラー率は同様との感触を得た。

3.3.4 追加試験

そこで、机上測定により、デジタル、アナログのデータ通信の感度を評価比較することとした。

実験試験局無線機を使用し、図 3-11 のように接続して、送信機から PN9 符号を送信し、その信号レベルを可変減衰器で変化させて、受信機で BER(エラー訂正を行わない状態)を観測し、受信感度特性を測定した。

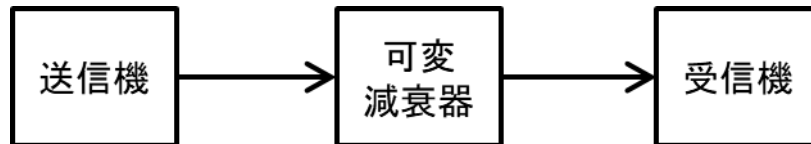


図 3-11 デジタル、アナログのデータ通信の感度の測定構成

3.3.5 追加試験結果

感度測定結果を図 3-12 に示す。

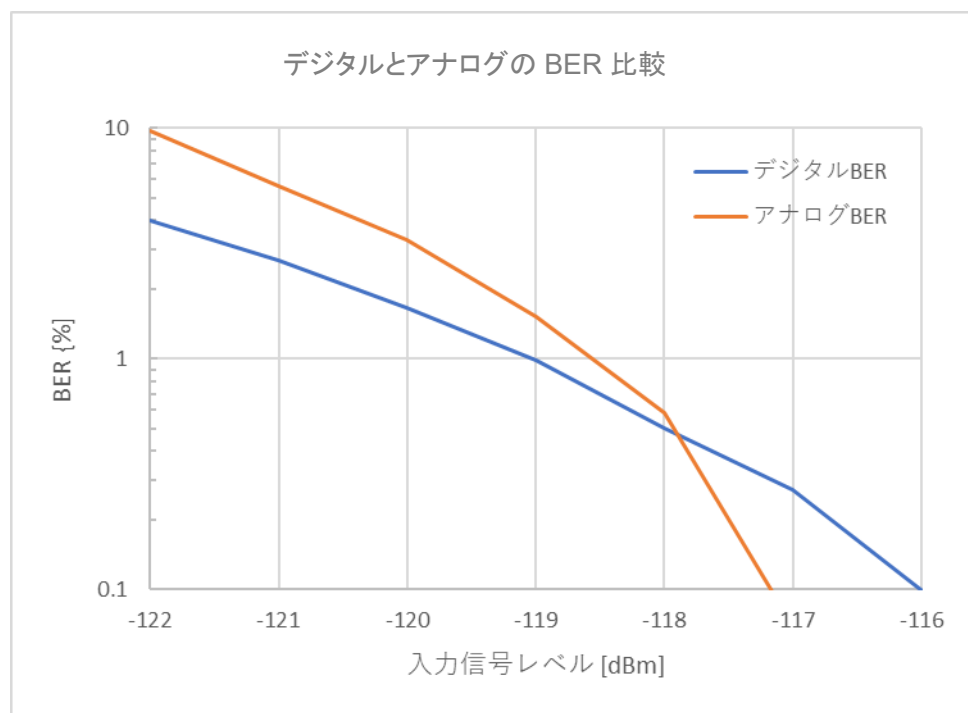


図 3-12 デジタル、アナログのデータ通信の感度の測定結果

データ通信の限界点は、今回のような短いパケット(1Kビット程度)の場合、BER0.1~0.5%と考えられ、デジタル、アナログの比較では、1dB 程度以下の差になっている。

3.3.6 考察

したがって、今回の伝搬試験及び机上測定の結果から、VHF 帯簡易無線を想定したデジタル、アナログ方式による GPS データ通信の比較については、同等であると考えられる。

3.4 猟犬の首輪に装着した無線機と同様な高さに静置した無線機との伝搬特性の比較

3.4.1 目的

350MHz 帯デジタル簡易無線登録局を使用し、猟犬の首輪に装着した無線機と、同様な高さに静置した無線機の伝搬特性の比較を行うことで、犬の肉体の影響を評価する。

3.4.2 方法

350MHz 帯デジタル簡易無線登録局を用い、無線機、空中線は同じ仕様とし、首輪に装着したものと単体のものを用意する。

送信側は、猟犬の給電点高に合わせる(図 3-13)。受信側での評価は、スペクトラムアナライザによる信号強度測定とする(図 3-14)。

猟犬を同じ場所で8方位に向きを変え、犬体による指向性を評価する(図 3-15)。

また、無線機装着状態で猟犬を走らせ、無線機や空中線の揺れ方を観察する。

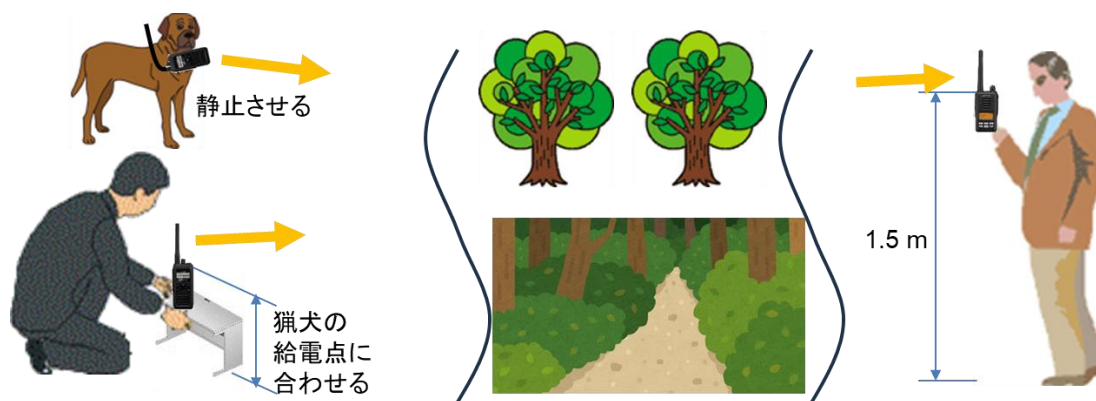


図 3-13 猟犬の首輪に装着した無線機と同様な高さに静置した無線機との伝搬特性の比較の測定概要

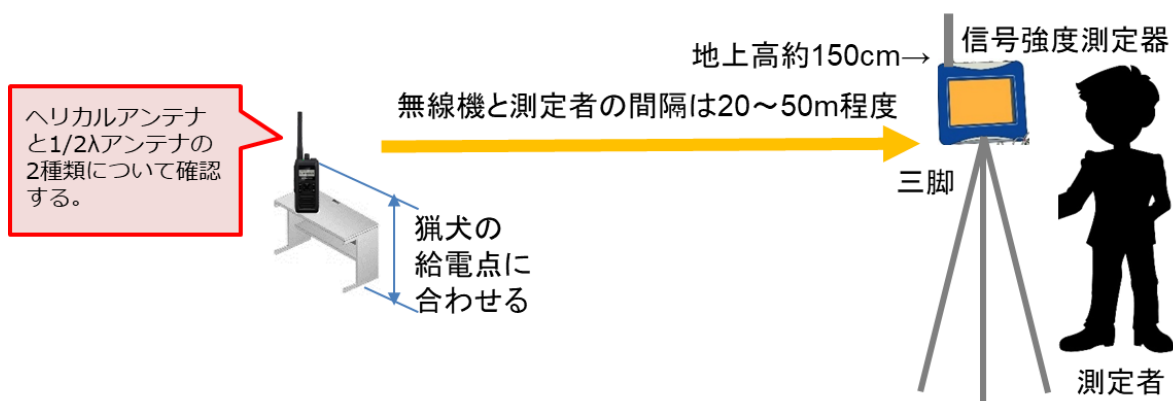


図 3-14 猟犬の首輪に装着した無線機と同様な高さに静置した無線機との伝搬特性の比較の測定方法

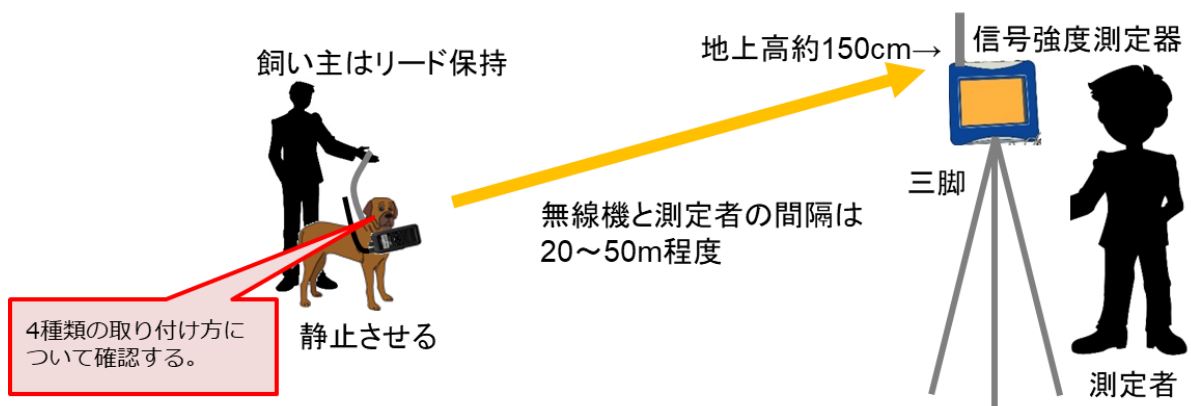


図 3-15 猟犬に装着したアンテナの指向性の測定方法

猟犬への無線機、アンテナの取り付け方法は、以下の4つの形状を試作した。

A: 首輪下部に無線機を取り付け、首輪横に $1/2\lambda$ のアンテナを取り付けた。(図 3-16)

従来の市販ドッグマーカーに類似の形状とし、アンテナを $1/2\lambda$ とすることで、 $1/4\lambda$ に比べ無線機筐体のサイズの影響を低減することを意図した。

B: 首輪下部に無線機(アンテナ一体)を単体で取り付けた。(図 3-17)

一般に携帯型無線機は、アンテナ一体で良好な動作となるよう調整されており、偏波の傾きよりも電波の輻射効率が高くなる状態を意図した。

C: ハーネスに無線機(アンテナ一体)を単体で取り付けた。(図 3-18)

一般に携帯型無線機は、アンテナ一体で良好な動作となるよう調整されており、偏波の傾きよりも電波の輻射効率が高くなる状態を意図し、小型犬にも対応できるよう首輪ではなくハーネス型とした。

D: ハーネスに無線機を取り付け、ヘリカル短縮型のアンテナを垂直に取り付けた。(図 3-19)

小型犬にも対応できるハーネス型を採用し、アンテナの効率が良くなるよう、垂直に取り付けた。狭い場所を潜り抜けることを想定し、アンテナを可倒式(ゴム部材使用)とした。



図 3-16 A: 首輪下部に無線機を取り付け、首輪横に $1/2\lambda$ のアンテナを取り付けたタイプ



図 3-17 B:首輪下部に無線機(アンテナ一体)を単体で取り付けしたタイプ



図 3-18 C:ハーネスに無線機(アンテナ一体)を単体で取り付けしたタイプ



図 3-19 D:ハーネスに無線機を取り付け、ヘリカル短縮型のアンテナを垂直に取り付けたタイプ

3.4.3 結果(猟犬に装着したアンテナの指向性)

アンテナの指向性は、図 3-20 のようになった。

無線機単体では、ヘリカルアンテナより $1/2\lambda$ アンテナの方が 8dB 程度強かった。

ハーネスに装着したヘリカルアンテナは、GND が良好でなく、無線機とアンテナの位置関係などの影響により、利得が低下して指向性が強く出ている。

猟犬に装着した状態では、いずれの場合も指向性が生じている。

ドッグマーカーとしては、首輪に $1/2\lambda$ アンテナを装着した構成が一番良好に伝搬すると考えられる。

無線機単体をハーネスに装着するシンプルな構成でも無線機単体と同等な信号強度が得られており、実用になるものと考えられる。

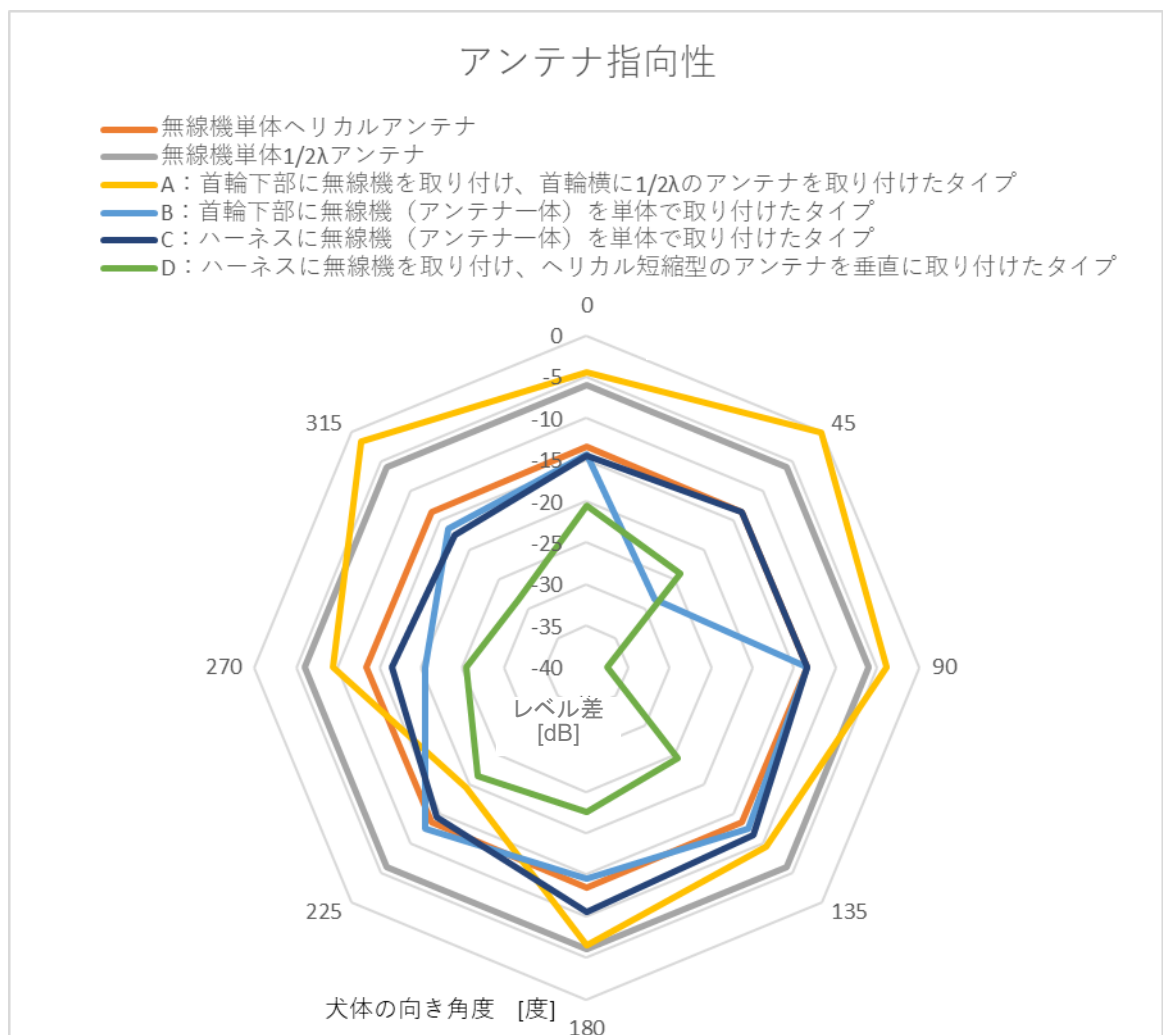


図 3-20 猟犬に装着したアンテナの指向性

3.4.4 結果(無線機を装着した猟犬の動きを観察)

1/2λの長いアンテナの揺れや無線機の重さによる首輪の揺れなどが懸念されたが、いずれのタイプも猟犬の行動に大きな影響はなかった。(図 3-21)



図 3-21 無線機を装着した猟犬の動きの様子

3.4.5 考察

ハーネスに装着したヘリカルアンテナは、GND が良好でないため、無線機とアンテナの位置関係などの影響により、利得が低下して指向性が強くなっていると考えられる。

ドッグマーカーとしては、首輪に $1/2\lambda$ アンテナを装着した構成が一番良好に伝搬すると考えられる。アンテナの長さが猟犬の行動に与える影響が大きいと想定されたが、観察の結果、さほど影響がないことが確認された。

無線機単体をハーネスに装着するシンプルな構成でも無線機単体と同等な信号強度が得られており、実用になるものと考えられる。

したがって、装着性、安全性、性能を考慮し、実証試用試験では、

A: 首輪下部に無線機を取り付け、首輪横に $1/2\lambda$ のアンテナを取り付けた。(図 3-16)

B: 首輪下部に無線機(アンテナ一体)を単体で取り付けた。(図 3-17)

C: ハーネスに無線機(アンテナ一体)を単体で取り付けた。(図 3-18)

の 3 タイプを用意し、使用者に選んでいただくこととした。

3.5 実使用を想定した伝送試験

3.5.1 目的

350MHz 帯デジタル簡易無線登録局の使用を想定し、猟犬の首輪に装着した無線機から位置情報を送信し、人が持つ無線機と端末によって位置管理を行うことで、実フィールドでの伝搬特性および実用性を評価する。

3.5.2 方法

構成は図 3-22 の通り。

- 実証試験機材登録局(351 MHz 帯)を用いる。
- 79ch(増波後に追加されたチャネル)を通信チャネルとして使用した。
- 猟犬の首輪に装着した無線機(子機)と位置管理端末を接続した無線機(親機)で通信する。
- 親機側は、位置管理端末(スマートフォンをオフラインで使用)と無線機をBluetoothで接続し、位置管理アプリで履歴を保存した。
- データ通信のほか、混信状況(スケルチの開閉)を確認するため、観測用無線機(通信チャネル(79ch)、増波前からあるチャネル(1ch)、増波後に追加されたチャネル(42ch)に設定した 3 台)を車両に設置して PC で記録した。
- 猟犬側(子機)は、(1)首輪 A タイプと(2)首輪 B タイプを使用。
- 同伴者も無線機を所持し、受信データを記録する。
- 猟犬は飼い主の近くで行動するため、猟犬側(子機)が送信できなかったこと(キャリアセンスによる送信禁止)や移動した位置の確認のため、飼い主に記録用の受信機を装着して記録する。
- 猟犬は 2 頭を別方面から猟場に入れ、親 1、子 2 の構成で試験する。

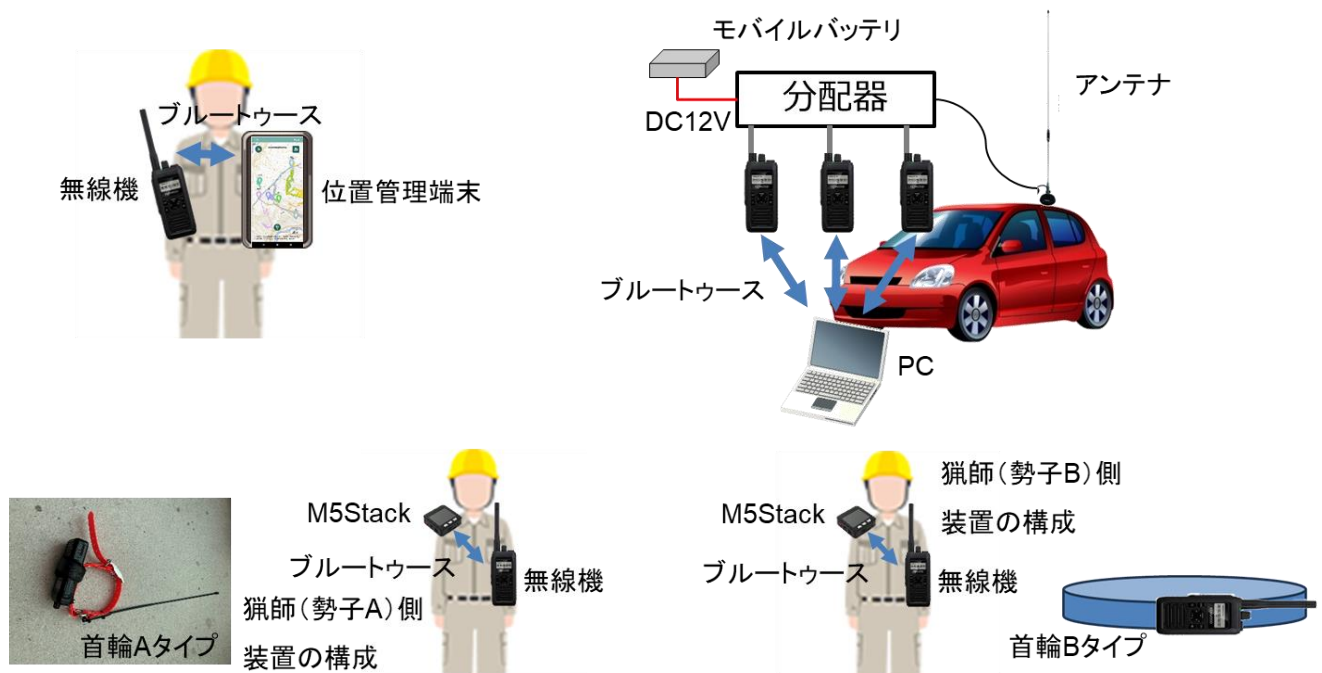


図 3-22 実使用を想定した伝送試験の構成

3.5.3 結果(位置情報データ伝送の成功率)

子機からのデータ伝送は、表 3-5、表 3-6 のような結果となった。

表 3-5 位置情報データ伝送の結果(子機 1)

送信機会回数	259	回
送信不能回数	24	回
送信失敗率	9.3	%
基地受信回数	141	回
基地受信率	60	%

表 3-6 位置情報データ伝送の結果(子機 2)

送信機会回数	165	回
送信不能回数	29	回
送信失敗率	11.2	%
基地受信回数	136	回
基地受信率	100	%

送信不能回数は、子機が GPS 位置情報を送信しようとしてできなかった回数を示している。これは、子機 1、2ともに 30 秒に 1 回、定期的に GPS 位置情報を送信する設定としており、そのタイミングで音声連絡が行われていたことによる。その割合は 10%程度であった。実際と類似の内容で音声連絡が行われていたことから、実使用においてもこの程度の割合で音声通信が行われると考えられる。音声通信の状況を表 3-7 にまとめた。

表 3-7 音声通信の状況

送信回数	166
通信回数(2秒以内の応答を通信継続とする場合)	93
上記のうち次の通信まで1分未満の通信の回数	57
通信回数(10秒以内の応答を通信継続とする場合)	70
上記のうち次の通信まで1分未満の通信の回数	34

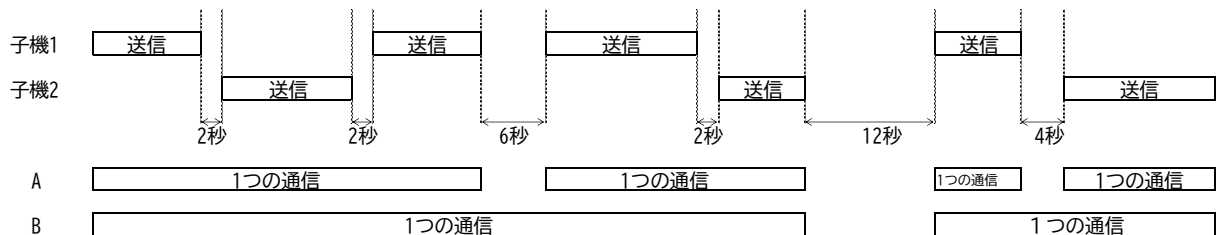


図 3-23 通信回数と通信時間の数え方例

子機1、2の双方合わせて166回の送信が行われた。図3-23のAのように通信相手の送信終了後2秒以内に応答送信が行われた場合を1つの通信とした場合、通信回数は93回となった。このとき、次の通信まで1分未満だった回数は57回だった。また、山の中で犬を追って歩いている状況から短時間での応答送信が困難であることを考慮し、図3-23のBのように10秒以内に応答送信が行われた場合を1つの通信とすると、通信回数は70回となり、次の通信まで1分未満の回数は34回となった。

実際に子機が送信できたときに、親機に届いて受信された割合は、子機1で60%、子機2で100%となった。この違いは、子機が移動する経路の地形によるものと考えられる。

図3-24は、子機1、子機2が移動した軌跡である。かなり起伏の激しい山地であり、子機1は山の裏側まで移動している。

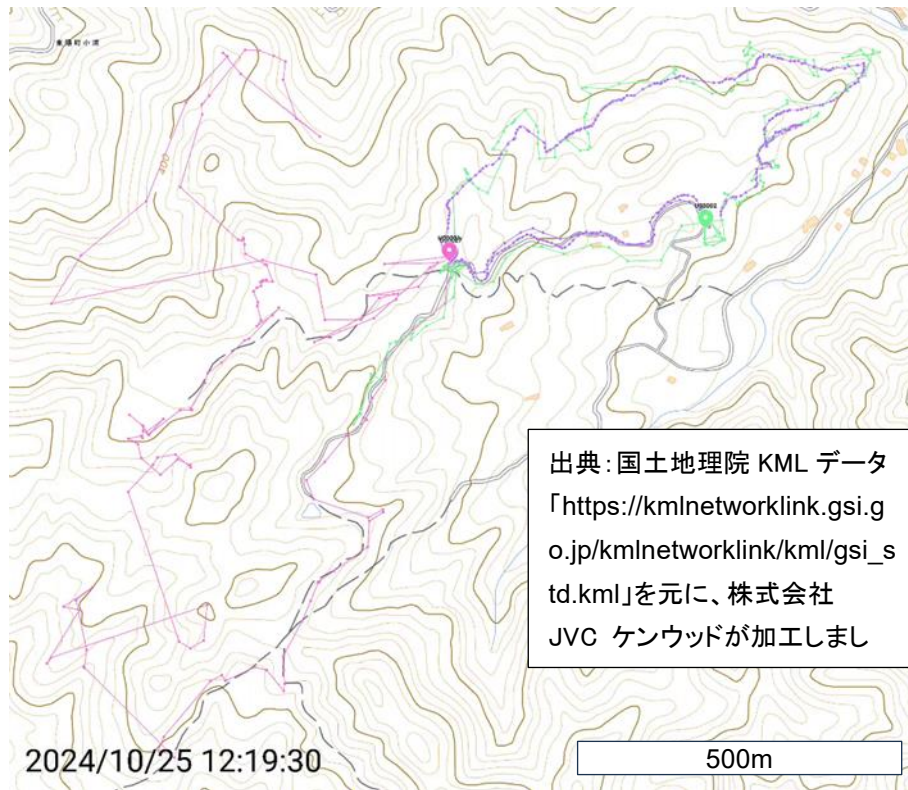


図 3-24 子機1(紫)、子機 2(緑)が移動した軌跡

3.5.4 結果(伝搬シミュレーションとの比較)

図 3-25(上)は、当該エリアの伝搬シミュレーションである(100m メッシュでの計算)。

図 3-25(下)は、子機1、子機2が位置情報を送出した場所を示し、黒の場所では親機に届かなかったことを示している。

伝送に失敗した場所は、シミュレーションでも比較的弱信号ではあるが、実際には、樹木や細かい地形の影響により、さらに信号が弱くなったものと考えられる。

今回の場合、位置情報の損失は、システムの利用に致命的とは言えず、移動により伝搬が復活する状況が多かった。このような実地形による影響の評価(実用可否)は、実証試用によって利用者の意見から評価できるものとする。

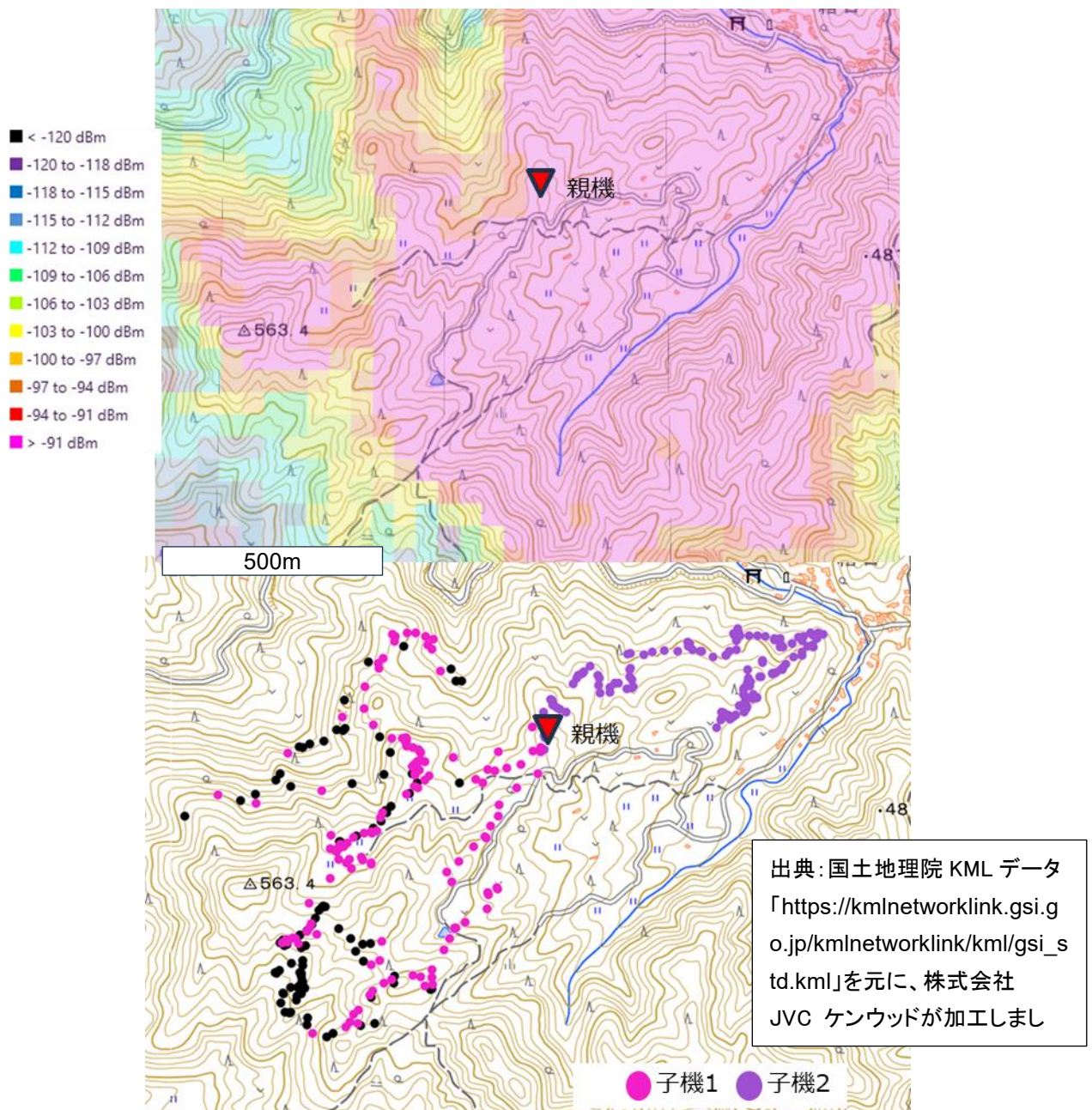


図 3-25 エリアシミュレーション(上)と子機1、子機2が位置情報を送出した場所(下)の比較

3.5.5 結果(混信の評価)

デジタル簡易無線登録局は、チャンネル共用の混信回避として、キャリアセンスを搭載している。

親機の場所において、1ch(増波前からあるチャンネル)、42ch(増波後に追加されたチャンネル)、79ch(ドッグマーカで使用したチャンネル)の混信状況を観測した。

79ch には、実証試験以外の信号は入らなかった。

1ch では、時々通話音声を確認された。

表 3-8 に 1ch の信号入感時間をまとめた。

表 3-8 1ch の信号の入感時間

観測開始	10 時 16 分 42 秒
観測終了	12 時 24 分 46 秒
観測時間	2 時間 08 分 04 秒
スケルチ総開時間	0 時間 05 分 12 秒
チャンネル使用率	4.1%

結果、信号が入感した割合は、4.1%となった。

このようなチャンネルを選択したとしても、データ通信の欠損率としては、システムに大きな影響を与えないものと考えられる。

ただし、システム利用前には、猟場において使用予定チャンネルの十分な受信を行い、混信が生じる恐れがないことを確認することが求められる。

なお、42ch や 79ch など、令和 5 年の制度改正で増波されたばかりのチャンネルは、対応する無線機の普及が少ないことから、当面は混信が比較的少ないチャンネルとして利用しやすい状況であることが想定される。

3.6 公開実証試験

熊本県猟友会会員、調査検討会構成員及びオブザーバを対象に実証試験の内容をデモンストレーションした。

実施日： 令和 6 年 11 月 25 日(月)10:00～13:00

場所： 熊本県熊本市 桜の馬場 城彩苑・多目的交流施設
→ドッグラン TeoOne(web 会議併用)

詳細は、資料編資料7参照。

第4章 簡易無線登録局による猟犬用マーカの実証試用

4.1 目的

350MHz 帯デジタル簡易無線登録局を使用した猟犬側装置と猟師側装置を試作し、実ユーザーに貸し出すことで実用性を評価する。

4.2 方法

4.2.1 概要

350MHz 帯デジタル簡易無線登録局を用いる。

猟犬の首輪に装着した無線機(子機)と位置管理端末(スマートフォンに専用アプリをインストールしたもので、Bluetoothを用いて無線機(親機)と接続するもの)のペアを 20 セット用意する。

2 か月程度貸し出し、実際に猟場等で試用した上で、評価を得る。

評価は、アンケート形式で回収する。

4.2.2 試用品

図 4-1 は試用品の写真である。

猟犬に子機を取り付け、猟師が親機を持つ形態となっている。

親機は、無線機とスマートフォンを組み合わせたものとなっている。

親機の無線機とスマートフォン間は、Bluetooth接続される。

子機は、4.2.3 節の図 4-2 に示す A～C の 3 タイプを用意した。



図 4-1 試用品

2.3.2 節で整理した、猟犬用マーカ－についての要求事項に対する試用品の対応は下表のとおりである。今回用意した試用品は、本調査検討のために最低限の機能を搭載した試作品となるため、すべての要求事項を満たすことはできなかった。

表 4-1 平 22 猟犬検討における要求事項に対する試用品の対応

要求事項	対応	備考
簡易無線登録局であること。	○	
親機から子機の位置が検知できること。	○	
一度に管理可能な子機は最低5台であること。	○	
親機/子機間の通信距離は3km程度であること。	○	地形、環境による
子機の連続使用が可能な時間は最低72時間程度であること。(1日目(狩猟時)と2日目以降(回収時)では必要となる情報は異なる)	×	
親機/子機とも小型軽量であること。(アンテナも小型の方が望ましい)	×	
親機/子機とも堅牢であること。	△	スマートフォンや試作したアンテナは堅牢とは言えない
親機/子機とも防水機能を持つこと。	△	試作したアンテナは防水対応ではない
猟犬の状況(鳴き声など)がわかること。	○	
猟犬の周囲状況(周辺画像など)が確認できること。	×	
親機と狩猟者間の連絡用無線機が一体化されていること。	×	

4.2.3 子機の種類



A タイプ



B タイプ



C タイプ

図 4-2 子機の種類

4.2.4 子機の諸元

表 4-2 子機の諸元

子機タイプ	重さ	長さ	備考
A	約 450g	約 60cm(A1) 約 50cm(A2)	首輪サイズ S の場合 1/2λ アンテナ
B	約 410g	約 24cm	首輪サイズ S の場合 1/4λ ヘリカルアンテナ
C	約 520g	約 28cm	ハーネスサイズ S の場合 1/4λ ヘリカルアンテナ
無線機単体	約 270g	約 14cm×6cm×3cm 高さ×幅×厚み	本体+バッテリー(アンテナなし) ツマミ含む



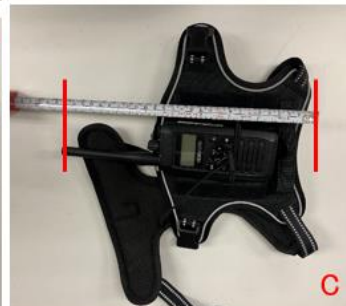
A1



B



A2



C

図 4-3 子機のサイズ

4.3 アンケート結果

4.3.1 調査概要

調査期間 令和 6 年 11 月 25 日～令和 7 年 1 月 31 日
 調査方法 令和 6 年 11 月 25 日 公開実証試験会場にて試用品を配布
 令和 6 年 12 月 25 日 アンケートを郵送にて回収
 ～令和 7 年 1 月 31 日
 調査対象 熊本県猟友会のメンバー
 回答数 12 名
 質問内容 資料編資料5の通り

試用品は 19 セット配布したが、試用期間が年末年始を含む約 2 か月だったこともあり、出猟した方は少なく、回答は 12 名に留まった。また回答者の中には、実際には猟に出ていない方や、うまく動作させられなかった方も含まれている。

4.3.2 回答者内訳

表 4-3 回答者内訳

	支部	子機の タイプ	猟犬の サイズ (表 4-4 参照)	対象		
				イノシシ	シカ	他
1	阿蘇南部	A	中型	○	○	
2	銀城	A	中型	○	○	
3	天草	A	中型	○	○	
4	銀城	B	中型	○	○	
5	人吉	A	中型	○	○	
6	人吉	C	中型	○	○	
7	小国	A	中型	○	○	
8	西部	C	中型	○	○	
9	川尻	C	小型	○	○	○
10	山鹿	A	中型	○	○	
11	山鹿	A	中型	○	○	
12	天草	B	無回答	○		

回答者の多くが、イノシシとシカの両方を対象とした猟を行っているとのことだった。
 1 名だけは、キジ、ヤマドリも対象にしているとのことだった。
 また、使用している猟犬は、1 名を除き、中型とのことだった。(無回答の 1 名を除く)

表 4-4 猟犬サイズの目安

体重	分類
10kg 未満	小型
10kg 以上 25kg 未満	中型
25kg 以上	大型

4.3.3 回答者が使用した子機内訳

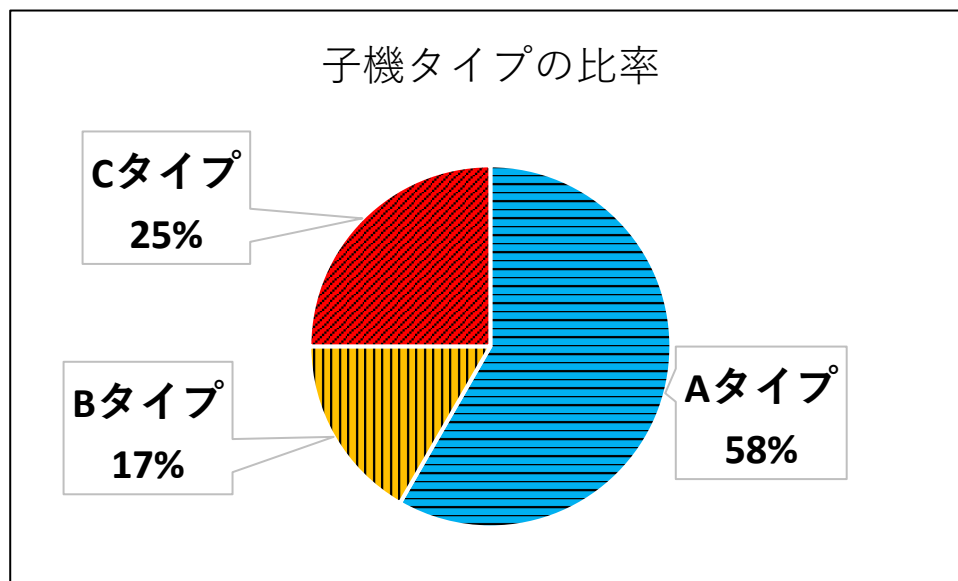


図 4-4 回答者が使用した子機内訳

Aタイプを希望した方が多かった。

従来モデルと形状が近いということと、 $1/2\lambda$ のアンテナが装着されており、伝搬距離が期待できることから選ばれたものと考えられる。

4.3.4 ドッグマーカ使用経験

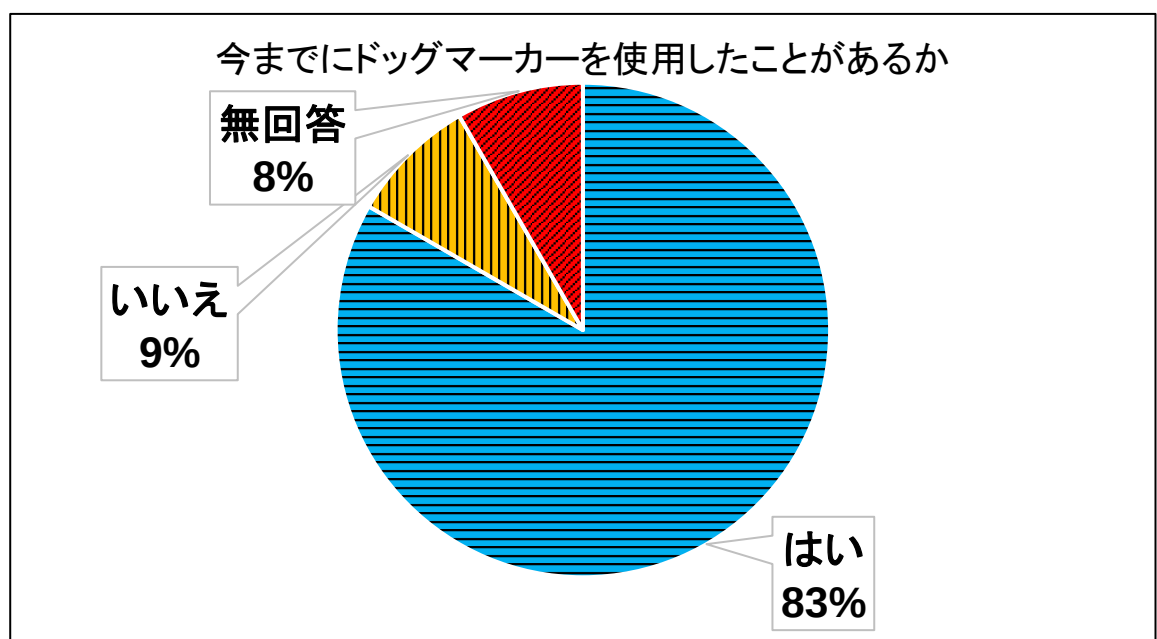


図 4-5 ドッグマーカ使用経験

4.3.5 ドッグマーカーを使用することによるメリット

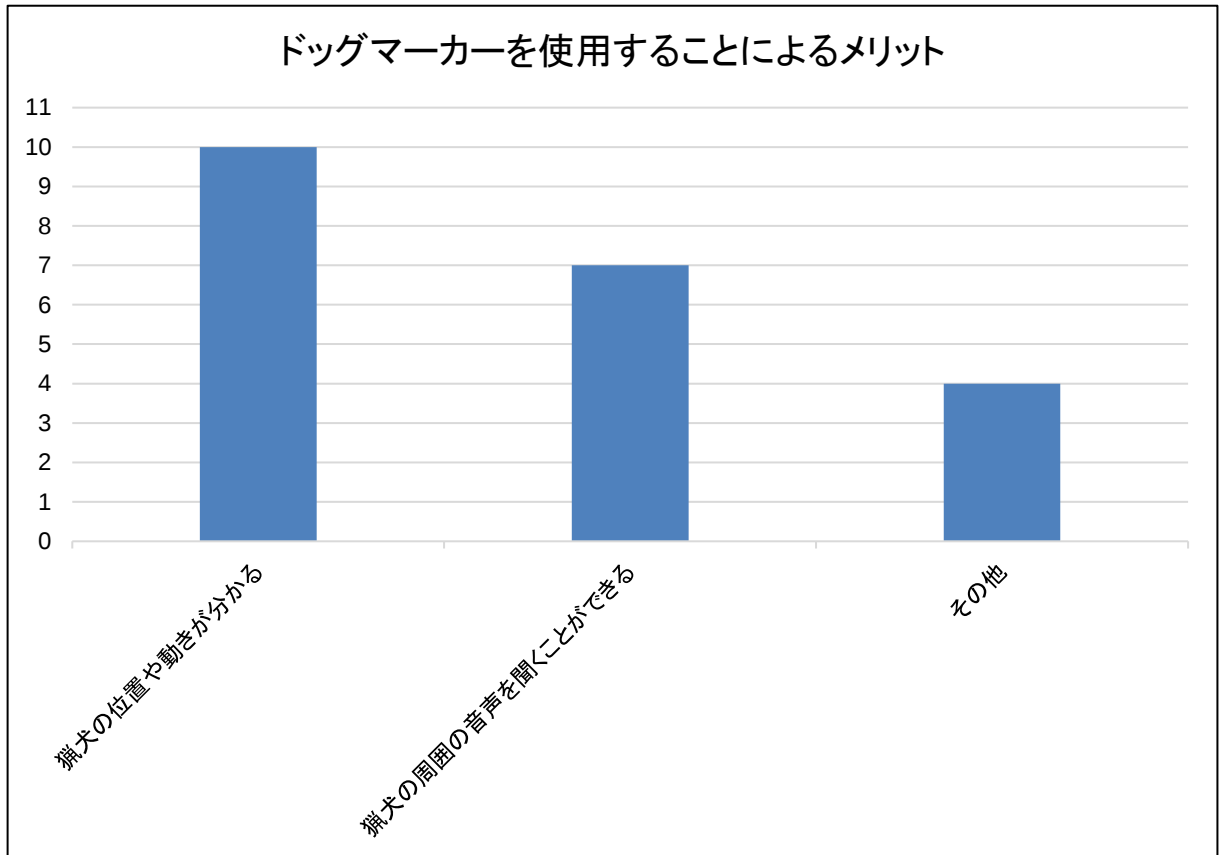


図 4-6 ドッグマーカーを使用することによるメリット

その他の内訳

- 猟犬の回収がスムーズにできる。(猟犬の怪我を少なくできる)
- 獲物の位置、逃げる動線が分かる。
- 猟仲間の位置、動きが分かるため、安全対策になる。(グループ猟だと、同じ猟犬を複数の猟師が追うため危険)
- 地形や猟マップ(保護区)が分かる。

4.3.6 過去に使用したことがあるドッグマーカーへの不満点

- 地図(画面)が小さく見づらい。
- 登録できる猟犬の数が少なく、状況に応じて登録しなおす必要がある。
- 高価である。(買い替えが難しい)
- 電波の受信状態が安定しない、悪い。
- 出力が小さいため、圏外になりやすい。(複数人で親機を持ち寄ることで、エリア拡張して使用している)
- 登録 ID の衝突により、エラーが発生する。再登録が必要。
- 位置表示の精度が悪い。
- 製造中止により、メンテナンスや買い替えが難しくなっている。
- 壊れやすい。
- 角ばった形状のため、カズラ、ロープ等に絡まりやすい。
- 山間部での使用時、GPS 受信しない場合がある。

4.3.7 過去に使用したことがあるドッグマーカーに対する感想など

前項の不満点以外には、特にコメントはなかった。

4.3.8 試用品のサービスエリアについて

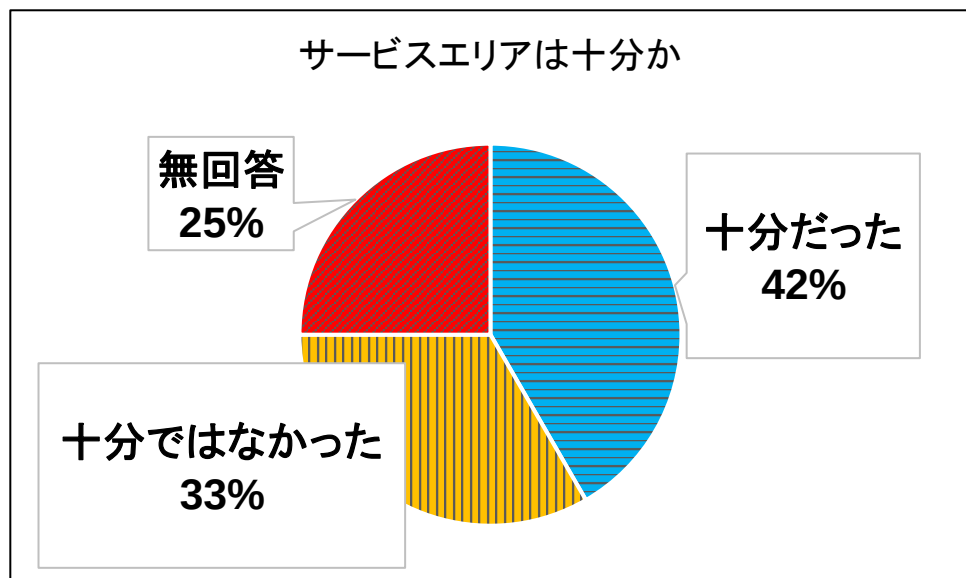


図 4-7 サービスエリアについて

コメント

- 谷や樹木、車内などでは受信できなくなることがあった。
- もう少し届いてほしい。
- 今回は犬があまり離れることがなかったため問題なく届いた。(A タイプを使用)
- (無線機を使用しているため)携帯やスマホの圏外でも使えた。

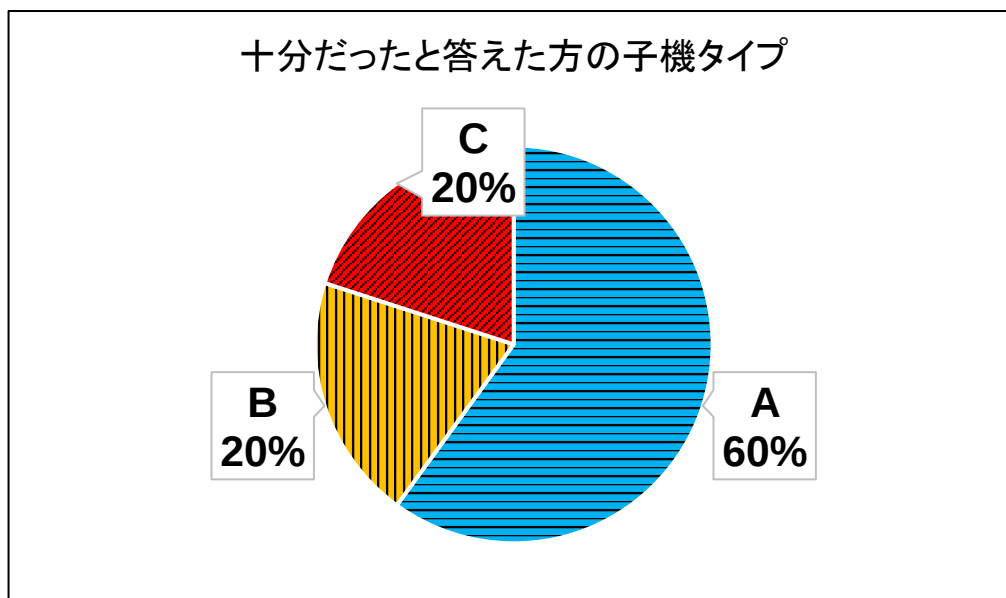


図 4-8 サービスエリアが十分だったと答えた方の子機タイプ

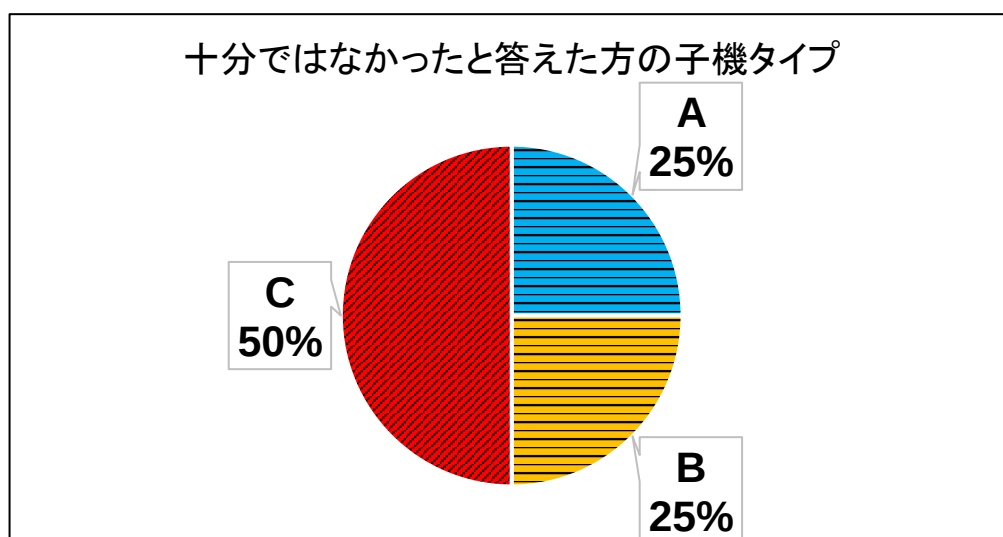


図 4-9 サービスエリアが十分ではなかったと答えた方の子機タイプ

Aタイプについては、7名中3名が未使用のため無回答、残る使用者4名中3名が十分だったと回答、Bタイプは2名中1名、Cタイプは3名中1名が十分だったと回答したことから、Aタイプ(1/2λアンテナ使用)の方がサービスエリアについての満足度が高いと言える。

4.3.9 試用品の猟犬への子機脱着について

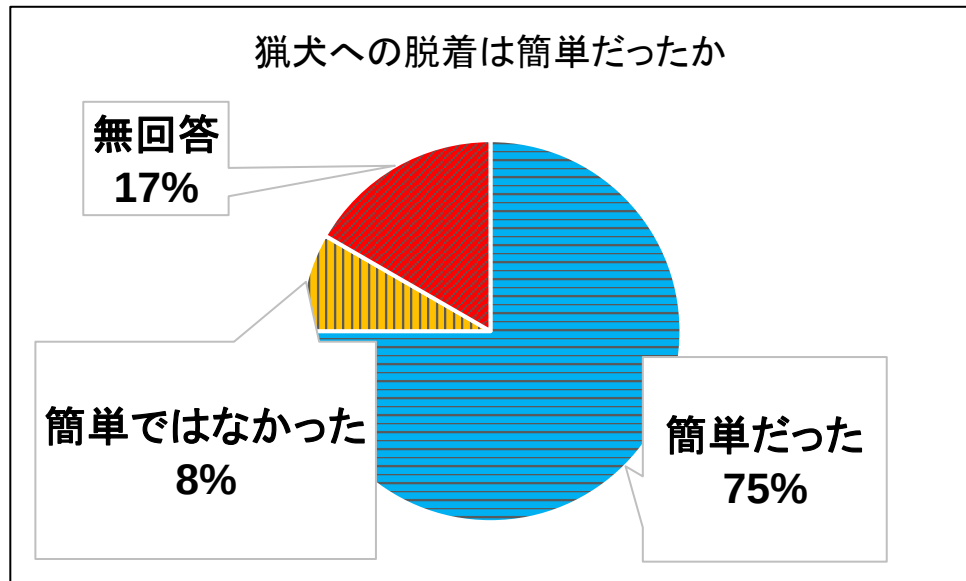


図 4-10 子機の脱着について

簡単ではなかったと回答した方は 1 名で、A タイプを使用していた。「向きを考慮して取り付けないと犬が歩きづらそうだった。」とのコメントがあった。

4.3.10 試用品の猟犬にかかる負担について(大きさ)

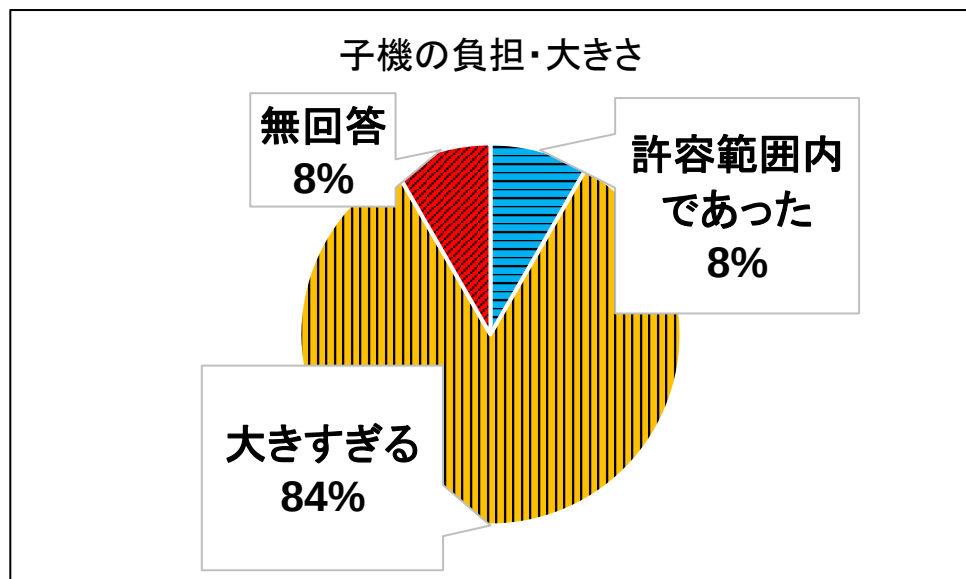


図 4-11 子機の負担(大きさ)

4.3.11 試用品の猟犬にかかる負担について(重さ)

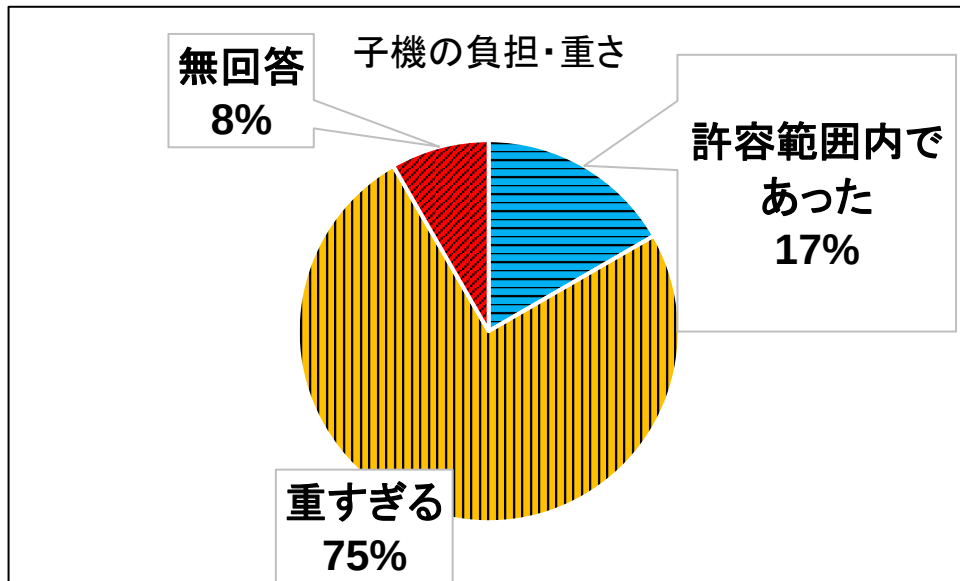


図 4-12 子機の負担(重さ)

重さに関するコメント

うちの犬では許容範囲内だが、小さめの犬(20kg 以下くらい)であれば重すぎると思われる。

その他のコメント

- カンネカズラなどツル性の植物やシダが密集しているところでは、子機のアンテナなどが引っ掛かりやすく、犬が動けなくなるときがある。(B タイプを使用)
- 犬が走っているときのアンテナの揺れが邪魔そうに思えた。(少し長すぎる。A タイプを使用)
- 犬の大きさにもよると思うが、負担を減らすために少しでも小さく、軽い方が良い。
- 首輪、ハーネス等装着方法はいくつかあるが、 $1/2\lambda$ アンテナが高利得とのことならば、子機の向きやアンテナの装着(体に添わせる)など、改良は必要かと思われる。
- 子機から、アンテナ接合部までの配線がむき出しなので、少し不安。配線を覆う工夫が必要。(A タイプを使用)

4.3.12 試用品の操作の分かりやすさ、その他について

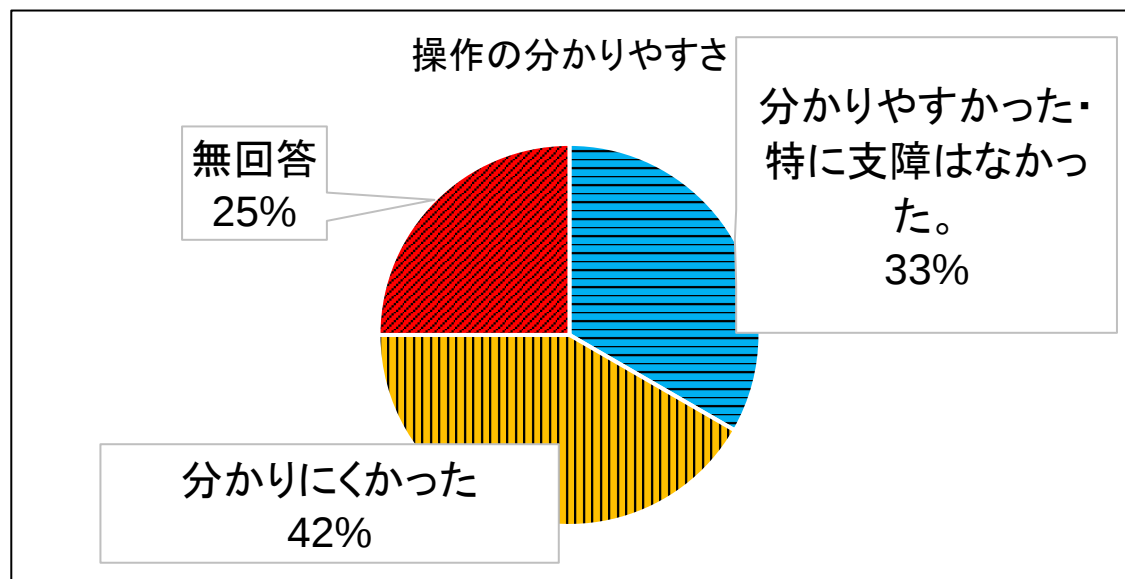


図 4-13 操作の分かりやすさ

コメント

- スマートフォンの使用に不慣れなため分かりづらい。
- 山で猟をするとき、もともとスマホを持って歩く人が多いため、(追加の)スマホではなく、親機一台でできると良い。

4.3.13 使ってみて良かった点

- 地図が大きく見やすい。
- スマホということで、使い方もある程度慣れている。
- 無線機を使った会話もできるため、無線、ナビと2つ持たなくても良い。
- スマホなので、コンパクトで邪魔にならなかった。
- 意外と通信状態が良く、常に犬の位置を把握できてよかった。

4.3.14 使ってみて改善が必要と感じた点

- 子機のポイントを分かりやすくするため、アイコンを犬の形にしてほしい。
- 犬の位置までの距離を知りたい。
- 親機とスマートフォンの一体化を希望。
- 小型化が必要。
- アンテナを噛まれる(特にBタイプ)。
- 防水対策が必要。
- スマートフォンに接続するまでかなり大変だった。もっと簡単にできれば良い。
- 操作が難しい。

4.3.15 その他、試用品を使った感想

- この先猟をする上で、無線のデジタル化、スマートフォン、ブルートゥースなどを使っていくことは必要であるとする。
- 既製の無線機を使う事で、費用を安く抑えられる点は良いが、アンテナ等の装着については改良が必要。
- 自分の位置は 10～30 秒間隔が良いが、犬の位置はできるだけ短い間隔で受信してほしい。
- スイッチを入れたら常時ピー音等が出るようにしてほしい。(子機と親機が繋がっていることを音で確かめたい。連続音でなくても良く、定期的に音が出る仕様でも良い。)
- 可能な限り、子機の周囲の音声を継続的に聞いていたい。GPS 送信のために途切れる程度は問題にならない。
- 今回の試用品は、子機からの送信が 30 秒おきで、実猟では使えなかった。グループ猟で実際に使う場合、5 秒間隔くらいが望まれる。親機も 1 台では足りない。
- 無線機、ナビともに消耗品との考えであるため、普通の保証期間(初期不良対応)があれば良い。

4.3.16 将来製品化する際に必要と思われる機能

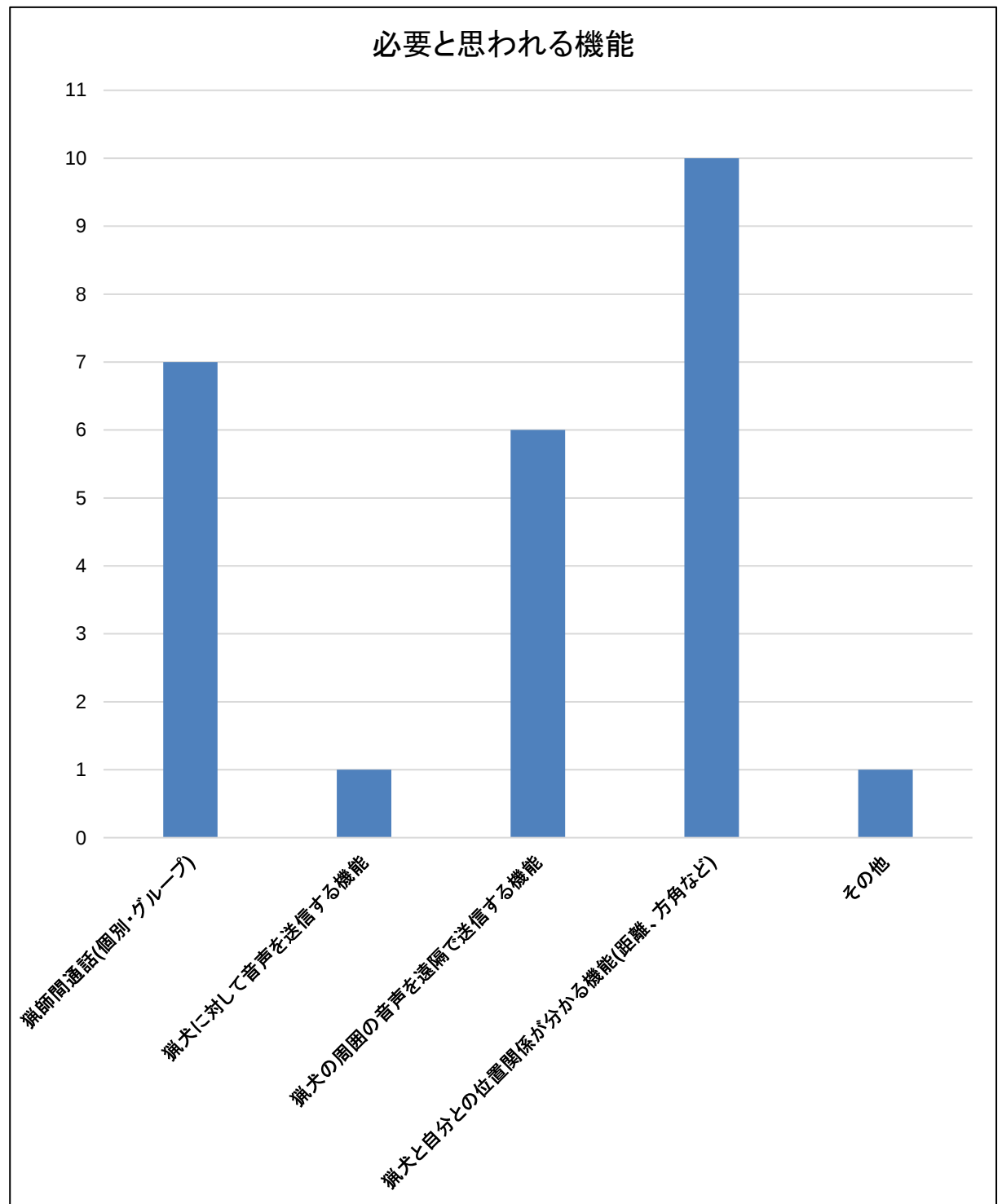
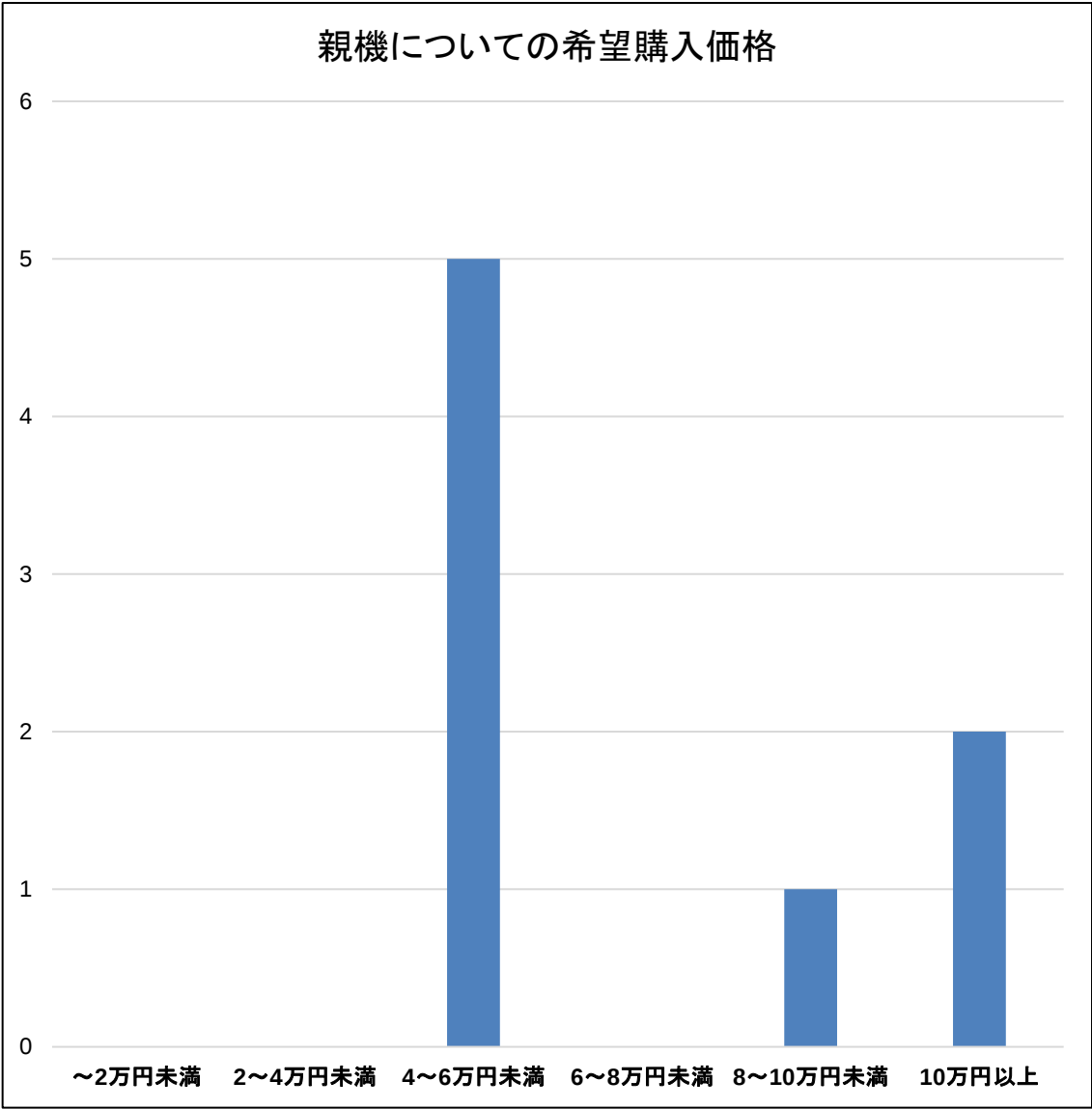


図 4-14 将来製品化する際に必要と思われる機能

その他の内訳

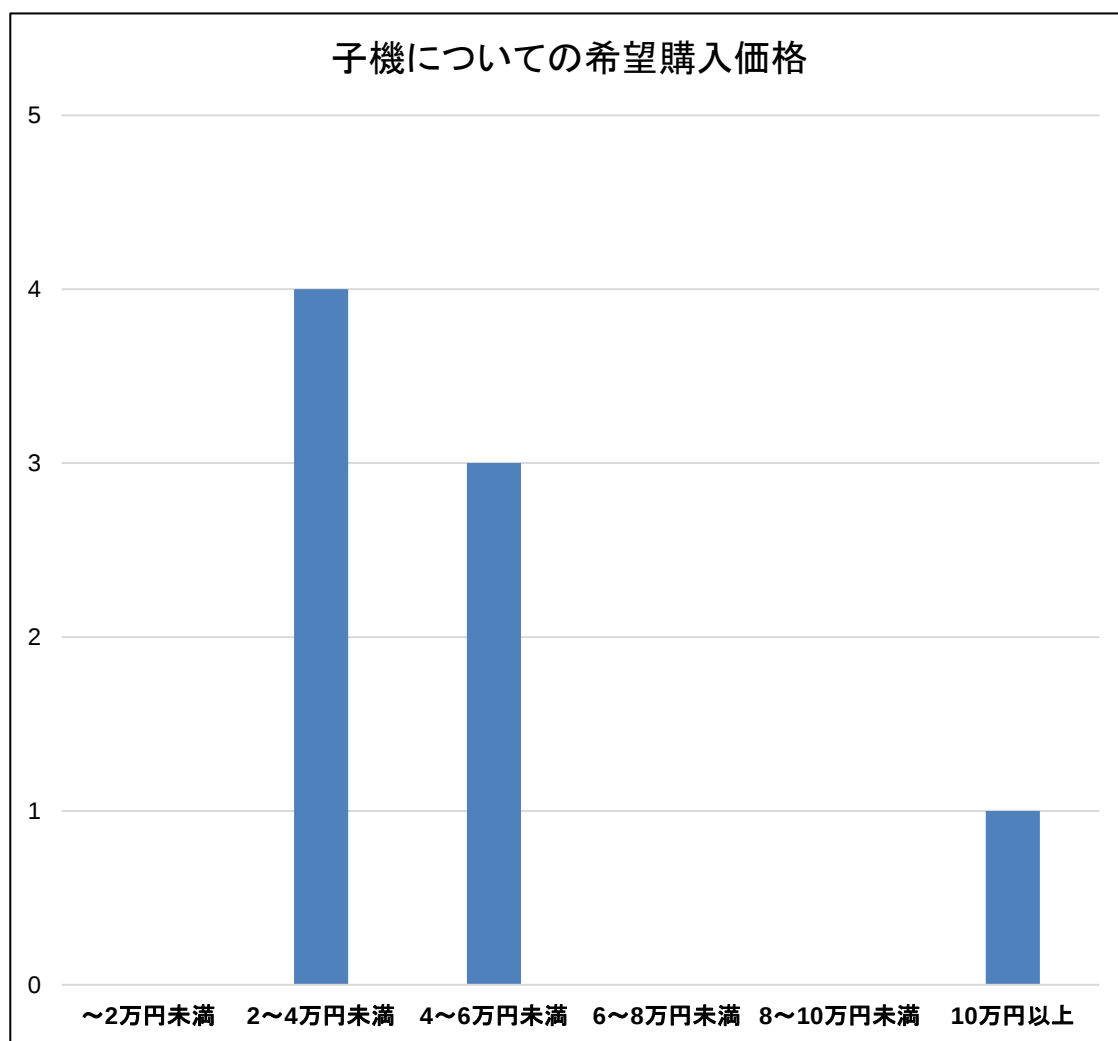
- 一台で猟犬の音声、位置、猟師間の通話ができるもの。(一体化)
- 自分が向いている方角を示してほしい。(コンパス機能)
- 地図上に数種類のマークを付けることが出来る機能。
- グループの猟師の位置も表示されると良い。

4.3.17 親機についての希望購入価格



親機は 5 万円程度が希望価格のようである。
※3～5 万円のように幅をもった回答については、低い方の金額(この場合3万円)を採用した。

4.3.18 子機についての希望購入価格



子機は3万円程度が希望価格のようである。

※3~5万円のように幅をもった回答については、低い方の金額(この場合3万円)を採用した。

レンタルが良いのではないかと提案があった。

4.3.19 従来モデルが持つ主な機能(参考)

表 4-5 従来モデルが持つ主な機能

従来モデルが持つ主な機能	試用品の対応	備考
猟犬の位置が分かる(他者の猟犬も含む)	○	
他の猟師の位置が分かる(安全対策として有効)	×	グループ猟では一頭の猟犬を複数人が追う場合があり、安全のために有効な機能。
地図データ内蔵	×	
地図の拡大表示(最大 5mまで)が可能	×	試用品は 80m 程度までの拡大
猟犬の鳴き声を聞くことができる	○	
猟犬までの方向、距離を表示できる	×	
猟犬の動き(移動速度)が分かる	×	
複数の狩猟者端末を中継し、より遠くの猟犬の位置を取得できる(音声の中継は不可)	×	
全国の鳥獣保護区を色分け表示できる	×	
地図上に任意のポイント(マーク)が可能	×	
猟犬が迷った時、自動で節電モードに入る	×	
防水(狩猟者端末:IPX5/猟犬端末:IPX5/7)	△	試用品の無線機単体では○(IP54/55/67/68)だが、試用品全体としては、十分な防水対策はできていない。
コンパス表示(方角表示)	×	
子機からの電波がしばらく届かなくなった場合の警告	×	
子機の電池残量表示	×	
軌跡表示	○	
日の出、日の入り時刻表示	×	
動物病院の検索	×	
獲物と出会った時に表示や警告音で知らせる(犬の動きが止まったことを検知)	×	

今回用意した試用品は、本調査検討のために最低限の機能を搭載した試作品となるため、従来モデルが持っていた機能について対応できていないものが多い。これらは、簡易無線登録局を使用することに起因するものではなく、将来製品化する際には、製造事業者によって対応可能と考えられる。

4.4 考察

4.4.1 サービスエリアについて

サービスエリアについては、より広いエリアで使用したいという要望があるが、これは無線機器全般において、必ず出てくる要望と考えられる。

従来モデルの一部には、複数台の親機を用意することでエリア拡張できるものがあった。将来製品化する際、簡易無線登録局を採用する場合でも、中継装置などの実用化も併せて考慮することが望ましい。

4.3.8 節の結果から、安定した利得が得られる $1/2\lambda$ タイプのアンテナを採用することが望ましい。

4.4.2 将来製品化する際の仕様,機能について

4.4.2.1 機器構成(親機)について

- スマートフォンと親機(無線機)を一体化してほしいとの要望がある半面、コスト的に有利であれば、別体を受け入れて良いという意見もあった。
- スマートフォンを利用したことで、画面が大きく、見やすくなったとの意見があった。
- スマートフォンを使用するが故、使い慣れていて馴染みやすいという意見と、不慣れで使いづらいという意見と、両方見られた。

4.4.2.2 子機について

- サイズはなるべく小さく、軽くするだけでなく、植物等への引っ掛かりを防ぎ、獲物に噛まれづらくする形状や構造が望まれる。また噛まれても耐えられる耐久性が望まれる。
- 防水性能を十分に持たせる必要がある。
- 子機の装着方法などについては、特に試用品と同等のもので良さそうである。

4.4.2.3 必要な機能について

- 猟師間の通話機能。
- 猟犬の周囲の音をリモート操作で送信する機能。
- 猟犬の位置までの距離、方角を表示する機能。
- 猟犬の位置の更新頻度を高くしたい。希望は 5 秒おき。
- 猟犬の動き(止まっている、走る速度)の表示機能。(獲物を捕らえた際の参考になる)
- 他の猟師の位置表示機能。(安全のために必要な機能)
- 地図のダウンロードが難しいため、地図データの内蔵を要望する方が多かった。
- 子機から常時、または間欠的に信号を送信し、親機と子機との接続状況を常に知りたい。または猟犬周囲の音を常に聞きたいといった要望があるが、バッテリー寿命との兼ね合いがあり、課題となる。例えば、猟犬の動きに応じて GPS 送信の頻度を変えたり、親機と子機との位置関係により、送信パワーを変えたりするなどが考えられる。親機と子機の位置関係で動作を切り替えることで、猟犬が迷子になった時のバッテリー寿命の延長効果が見込める。
- 子機のポイントを分かりやすくするため、アイコンを犬の形にするなどの要望があった。
- その他、従来モデルに採用されている機能は、将来製品化する際にも採用を検討することが望ましい。特に以下の機能は、アンケートでも要望があった。
 - 地図の拡大表示(試用品の拡大率では不十分であった)
 - 全国の鳥獣保護区の表示
 - 地図上の任意のポイントにマークを付ける機能
 - コンパス機能

4.4.2.4 費用面について

- 親機は 5 万円程度、子機は 3 万円程度が希望価格の中心となった。
- 従来モデルは、修理に時間がかかったり、手続きが面倒だったりすること、将来の製品では単価を下げ、修理ではなく買い替えを希望する声があった。
- 従来モデルは高価なため、購入を躊躇する場合があった。一人で複数の猟犬を使用する場合もあるため、低価格化は重要である。
- 簡易無線登録局を採用するメリットとして、レンタルも可能である。

第5章 まとめ

5.1 簡易無線登録局による猟犬用マーカの実証試験及び実証試用のまとめ

5.1.1 技術面からの評価

第3章のとおり、平22 猟犬検討の結果に加えて 150MHz 帯デジタル簡易無線の評価を実施し、電波伝搬的には 150MHz 帯アナログ簡易無線と同等であることがわかった。

平22 猟犬検討の比較評価に上記の結果を加えると、猟犬用マーカに利用するデジタル簡易無線の評価は、表 5-1 のようになる。

表 5-1 猟犬用マーカに利用するデジタル簡易無線の評価

	154MHz 帯	351MHz 帯	467MHz 帯
伝搬距離	○	△	△
地形などの影響	○	△	△
アンテナ角度の影響	○	△	△
環境雑音の影響	△	○	○
チャンネル数	△	○※	○

○:優位 △:優位なものより劣る

※令和5年度の制度改正による増波によりチャンネル数が大幅に増加したため評価を変更した。

簡易無線登録局を猟犬用マーカに利用する場合に懸念される、GPS の測位精度、無線機取り付け方法による犬体の影響、猟場での電波伝搬についても実用が可能であるという結果が得られた。

4.4 節においては、主題である「簡易無線登録局による猟犬用マーカ」について、方式面及び電波特性面での致命的な欠点は報告されなかったが、より遠くへの電波伝搬、小型軽量、長時間の電池持続、防水性能、堅牢性が求められている。

今回の実証試験でも確認された 1/2 λ ホイップアンテナ等、アンテナ形式の工夫や猟犬への取り付け方法の工夫、親機や子機が他局の信号を中継再送信する方法などを含め、製造事業者の技術力が期待される。

一方で、467MHz デジタル簡易無線免許局で使用可能になった中継機の利用により電波伝搬を改善する考え方もある。山小屋や車両などに中継機を設置することで狩猟場の伝搬エリアを確保する方法である。ただし、免許局のため、レンタルや個人間の貸し借りができず、通信相手にも制限があるため、各個人が所有している無線機を持ち寄ってグループで利用することができない。そのようなメリットを生かすためにもデジタル簡易無線登録局による中継機の利用が可能となることが期待される。

機器の性能、機能、構成、大きさ、重さなどは、すべての要求を満足することは困難であることから、取捨選択が必要となり、製造事業者の判断にゆだねられる。機器やソフトウェアの価格は、製造数量に大きく依存するため、他用途との兼用や販売方法の工夫など製造事業者の企業努力が期待される。

下表は、2.2.2 節で整理した自営系移動無線の位置情報活用に必要な技術的条件の項目を基に、「簡易無線登録局による猟犬用マーカ―」について整理したものである。

表 5-2 猟犬用マーカ―における技術的条件

項目	説明
周波数	簡易無線登録局を利用することが可能。
電波形式	
通信の方法	今回の試用品は自発呼 30 秒周期だったが、周期を 5 秒程度まで縮めたいとの声もあった。 消費電力も考慮しつつ、ユーザーごとにフレキシブルに設定できることが望ましい。状況に応じて送信間隔を変化させるなどの工夫が必要である。
通信時間	通信時間は今回の試用品では 1 秒程度だったが、特に問題はなかった。
收容台数と通信周期	猟師の位置も知りたいとの要望があるが、猟師、猟犬合わせても 10 台程度で十分と考えられる。 通信周期については、上記「通信の方法」の内容に記載したとおり、ユーザーごとにフレキシブルに設定できることが望ましい。
必要チャンネル数	位置管理用には 1 チャンネルあれば良いと考えられる。
簡易無線と一般業務用無線	簡易無線登録局を利用することで、レンタルも可能となる。
通信範囲	通常、半径数 km 程度であるが、猟犬を捜索することがあり、その際にはもっと広いエリアで利用できることが望ましい。
利用される位置情報の内容	緯度経度、進行方向、進行スピードなどが必要。

5.1.2 機能面、価格等からの評価

今回の実証試験及び実証試用に使用した機材は、本調査検討のために最低限の機能を搭載した試作品であることから表 4-5 のように対応していない機能が多く、試用者からは多くの機能について要望が出ている。多くの場合、ソフトウェアの開発により実現できるものであるが、ソフトウェアにも開発コストがかかることに留意が必要で、ここでもハードウェアと同様に製造事業者の取捨選択と工夫が求められる。

地図表示等の機能を実現するためには、パーソナルコンピュータのようなハードウェアが必要となるが、専用品の開発は困難であることから、今回はスマートフォンを回線なしで使用し、無線機と別体の表示端末として利用した。このような他用途との兼用により、高額になりがちな表示端末を廉価に実現できる。猟犬用マーカ―の表示端末として携帯性が求められるが、スマートフォン以外にもゲーム機や玩具、ゴルフナビ、スマートウォッチなどの流用も考えられ、ここにも製造事業者の工夫が求められる。

機器製造の継続性も重要となる。半導体の生産終了やオペレーティングシステムなどの更新に対応していく必要があり、高いコストがかかる場合が多く、開発段階での方針決定が重要である。

4.3.15 節には、猟犬の GPS 位置情報の伝送周期を 5 秒などできるだけ短くしたいとの要望があり、後述の簡易無線の通信時間の課題が考えられる。

5.1.3 制度面、運用面等からの評価

猟犬に装着するデジタル簡易無線登録局は、無人での運用となるが、令和5年に改正された無線設備規則第五十四条第二の二号の無線設備とすることで利用が可能となる。

デジタル簡易無線登録局は、登録申請が必要となり、従来の特定小電力無線を利用した機器に比べ、使用開始に係る手続きが煩雑になる。

ただし、登録局はレンタルが可能であることから、販売店や狩猟団体等で機器を所有し、利用者が都度レンタルして使用方法も考えられる。この場合、機器を所有するよりも各個人の費用負担を軽減できる可能性がある。

また、登録局は通信相手に制限がなく、アマチュア無線のように誰とでも通信できることから、個人で所有する無線機を持ち寄り、大勢のグループで狩猟する場合でも、相互に通信ができ、お互いの位置を確認しながら狩猟が可能になる。

5.2 提言

本調査検討会の目的である「自営系移動無線システムの高度化としての簡易無線登録局による猟犬用マーカの実現」については、前述の実証試験及び実証試用により、可能であるとの結論が得られたと考えられる。

ただし、以下のような課題がある。

無線局運用規則(昭和二十五年電波監理委員会規則第十七号)

(簡易無線局の通信時間)

第二百二十八条の二 簡易無線局においては、一回の通信時間は、五分をこえてはならないものとし、一回の通信を終了した後においては、一分以上経過した後でなければ再び通信を行なつてはならない。ただし、遭難通信、緊急通信、安全通信及び法第七十四条第一項に規定する通信を行なう場合及び時間的又は場所的理由により他に通信を行なう無線局のないことが確実である場合は、この限りでない。

上記規則によれば、1回の通信は5分以内である。ここで、通信時間は、送信時間ではなく、会話やデータ送受が継続することであり、免許不要局等では、2秒以内に応答送信する場合に通信が継続しているとみなすものが多い。この規則は、無線設備規則に規定される送信時間制限装置とは異なるものである。たとえば、1分間の要件送信に対して、1分間の応答、それに対する1分間の応答...と続けた場合に5分を超過することが考えられるが、このような場合には送信時間制限装置は1分間の送信であるため機能せず、通信時間の超過は、運用者の注意と認識のみに頼ることとなる。

さらに、1回の通信が5秒で終了したとしても、次の通信は1分以上経過しないと行うことができない。通信相手が同じかどうかは規定されていないため、A局がB局と通信したのち、C局と通信しようとしても1分以上待つ必要があるということである。

これらは、周波数を共用する簡易無線として、できるだけ公平に運用機会を配分する目的で制定されているものと推察されるが、単一周波数の割り当て、複数周波数の割り当て、全チャネルの割り当て、デジタル化と制度や方式が変わる中で、実態に合わなくなってきたものと考えられる。

民間標準規格 ARIB STD-T98 では、下記引用のようにキャリアセンス又はキャリア・モニタリングによって「他に通信を行う無線局のないことが確実である」として、上記規則のただし書きにより、通信終了後の 1 分を短縮できると解釈しており、運用者にもこの 1 分の通信待ちは認識されていない。つまり、ただし書きが原則となっている現状にある。

民間標準規格 ARIB STD-T98「デジタル簡易無線局の無線設備」2.0 版

第 3 編 四値周波数偏位変調、第 3 章 無線設備の技術的条件、3.8 送信時間とキャリアセンスに関する条件、3.8.2 キャリアセンス、(2) キャリアセンスのレベルと動作、エ 回線接続手順

(カ) 1 回の通信時間は 5 分を超えてはならないものとする。1 回の通信を終了した場合には、1 分以上経過した後でなければ通信してはならないが、キャリアセンスを行い使用する周波数と同一の電波がない場合には、1 分の送信休止時間を短縮してもよい。なお、1 回の送信時間が 5 分を超える場合には、送信時間制限装置により自動的に送信を停止し、その停止から 1 分以上経過した後でなければ送信できないこと。

同 3.9 キャリア・モニタリングと話中表示に関する条件、(4) 回線接続手順

イ 1 回の通信時間は 5 分をこえてはならないものとする。1 回の通信を終了した場合には、1 分以上経過した後でなければ通信してはならないが、キャリア・モニタリングを行い使用する周波数と同一の電波がない場合には、1 分の送信休止時間を短縮することができる。

今回の実証試験においても、3.5.3 節の表 3-7 のように 1 分以内に次の通信を行う運用は、全通信回数の半数程度と多かった。

高度化における猟犬用マーカのような GPS 通信においても、上記規則のただし書きによらない場合、1 分未満の自動発呼はできない。また、ポーリング方式では、最大で 1 分に 1 回しかポーリングできず、10 局ポーリングするには 10 分必要となり、この時間を短縮するには一斉ポーリング等の高度な制御が必要となることから、システムとして望ましくない。

このような現状に即して、簡易無線局の通信時間は、通信内容がデータ通信か音声通信かによらず、『一回の通信を終了した後においては、一分以上経過した後でなければ再び通信を行なつてはならない。』について見直すことが望ましいと考えられる。

資料編

資料1 開催要綱

自営系移動無線システムの高度化に必要な技術的条件に関する調査検討会 開催要綱

(名 称)

第1条 この調査検討会は「自営系移動無線システムの高度化に必要な技術的条件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 令和5年度「自営系移動無線システムの高度化及び将来展望に関する調査検討」の結果を踏まえ、音声通信による小規模システムが主体となっている自営系移動無線システムの利活用拡大に必要な位置情報等のデータ通信の活用等について、IoT 分野への活用も視野に入れ、具体的なユースケースや必要な技術的条件等について検討し、有益な電波利活用に資することを目的に開催する。

(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) 位置情報等のデータ通信の活用等を行うために必要な諸元、通信時間、通信間隔等のモデルに関すること
- (2) 位置情報等のデータ通信の活用等を行うシステムに必要な技術的条件(通信時間、通信間隔等)に関すること
- (3) (1)、(2)を実現するためのモデルの実証試験に関すること
- (4) 位置情報等のデータ通信活用モデルを実現するための取りまとめを行うこと

(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 座長は、必要に応じて、構成員以外の関係者の出席を求め、その意見を聴くことができる。
- 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、九州総合通信局電波利用企画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。

- 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、令和6年7月31日(第1回検討会)から前条の報告をするまでの期間とする。

附 則

この要綱は令和6年7月31日（第1回検討会）から施行する。

資料2 構成員一覧

自営系移動無線システムの高度化に必要な技術的条件に関する調査検討会構成員

(座長以下氏名五十音順、敬称略、所属役職は 2025 年 1 月末時点)

氏名	所属
座長 福迫 武	国立大学法人熊本大学 大学院先端科学研究部 教授
副座長 松岡 剛志	九州産業大学 理工学部 電気工学科 准教授
石原 浩樹	総務省 九州総合通信局 無線通信部長
加藤 数衛	株式会社国際電気 技術総括
楠原 和広	アルインコ株式会社 顧問
高橋 重徳	一般社団法人熊本県猟友会 会長
西ヶ谷 太孝	アイコム株式会社 国内営業部 参事
宮地 徹	八重洲無線株式会社 販売促進部 担当部長
渡川 洋人	株式会社 JVC ケンウッド 無線システム事業部 国内無線システム開発部 シニアマネジャー

資料3 調査検討会開催状況

回	開催日時	開催会場	議事
第1回	令和6年7月31日(水) 13:30～16:00	熊本県熊本市 熊本市国際交流会館 国際会議室 及び Teams web 会議	1 開会 2 配布資料の確認 3 九州総合通信局長挨拶 4 構成員紹介 5 開催要綱について 6 座長の選出 7 議事 7.1 調査検討会の実施内容とスケジュールについて 7.2 自営系移動無線の位置情報等データ通信の現状と課題 7.3 検討モデルについて 7.4 その他 8 閉会
第1回メール審議	令和6年8月7日(水)～9月2日(月)	メールによる	位置情報等データ通信に関するユースケースの収集
第2回	令和6年9月19日(木) 14:00～16:30	熊本県熊本市 熊本城ホール 会議室 C1-2 及び Teams web 会議	1 開会 2 配布資料の確認 3 議事 3.1 実証試験・実証試用の概要について 3.2 実証試用アンケートについて 3.3 その他 6 閉会
実証試験の公開	令和6年11月25日(月) 10:00～13:00	熊本県熊本市 桜の馬場 城彩苑・多目的交流施設→ドッグラン TeoOne 及び Teams web 会議	1. 開会 2. 九州総合通信局長挨拶 3. 座長挨拶 4. 調査検討会の概要 5. 実証試験の結果の報告(概要版) 6. 実証試用について 7. バス移動のご案内(ドッグランに移動) 8. 実証試験の公開(実証試験機材を使った実演) ① ドッグラン内を走る猟犬の位置表示 ② ドッグラン周辺を散歩する猟犬の位置表示 ③ 猟犬音声確認機能 ④ 実証試験機材の展示 9. バス移動、城彩苑に帰着し流れ解散

回	開催日時	開催会場	議事
第3回	令和6年 11月25日 (月) 14:30～ 17:00	熊本県熊本市 桜の馬場 城 彩苑・多目的 交流施設 及び Teams web 会議	1 開会 2 配布資料の確認 3 議事 3.1 実証試験結果について 3.2 その他 4 閉会
第3回 メール 審議	令和7年1 月15日 (水)～1月 30日(木)	メールによる	・猟友会の皆様から回収した実証試用アンケートの回答のとりまとめについての確認 ・報告書の目次確認
第4回	令和7年 2月5日 (水) 14:30～ 17:00	熊本県熊本市 熊本市国際 交流会館 国際会議室 及び Teams web 会議	1 開会 2 配布資料の確認 3 議事 3.1 実証試用アンケートについて(第四回調査検討会版) (第三回メール審議の結果報告及び二回目のアンケート回収状況の報告) 3.2 報告書(案)について 3.3 その他 4 閉会
第4回 メール 審議	令和7年2 月14日 (金)～3月 10日(月)	メールによる	報告書及び報告書概要版についての審議

調査検討会の様子

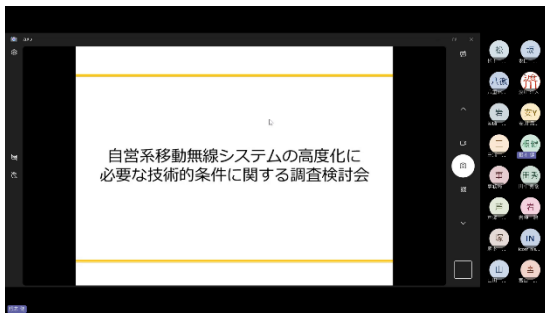


資料編 図 1 調査検討会の様子

公開実証試験の様子



資料編 図 2 公開実証試験の様子



資料編 図 3web 会議の画面

資料4 令和5年度「自営系移動無線システムの高度化及び将来展望に関する調査検討」報告書に示された、自営系移動無線の高度化の方向性と将来展望(一部抜粋)

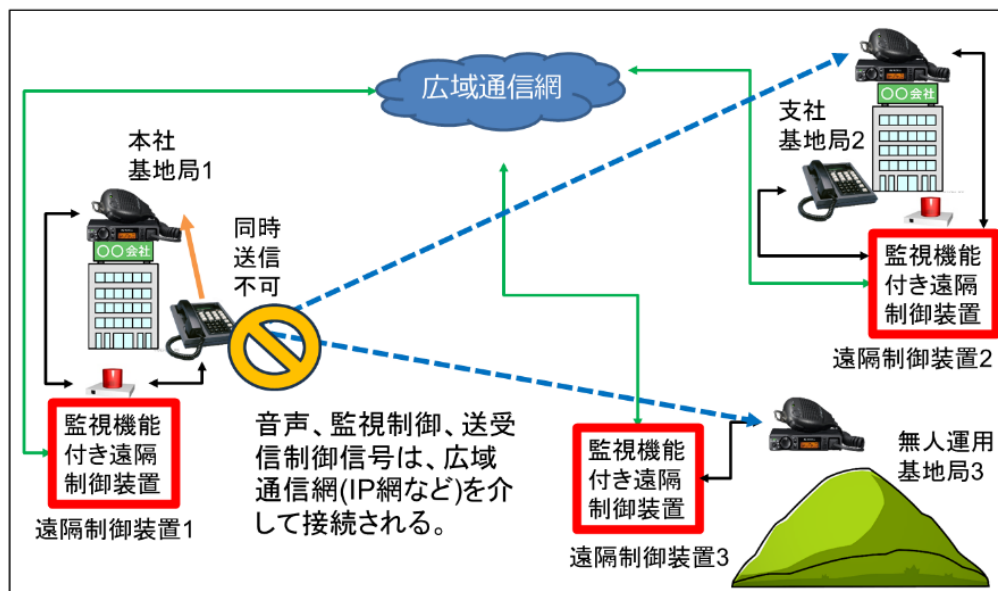
《1》 複数基地局からの同時送信

① 課題

7.1.1 複数基地局からの同時送信について

複数基地局からの同時送信には、次のような課題がある。

- 基地局ごとに識別信号が異なるため、複数基地局から同時送信することが制限される。
- 無人運用される基地局の異常を監視するための装置が必要となる。特に重要な無線システムにおいては、無線システムの異常を検知する監視装置をユーザーが要望することもあるが、そうではない無線システムにおいては、初期費用やランニングコストが増加する要因となるため、不要であることが望まれる場合も少なくない。



② 高度化の方向性

8.1 複数基地局からの同時送信について

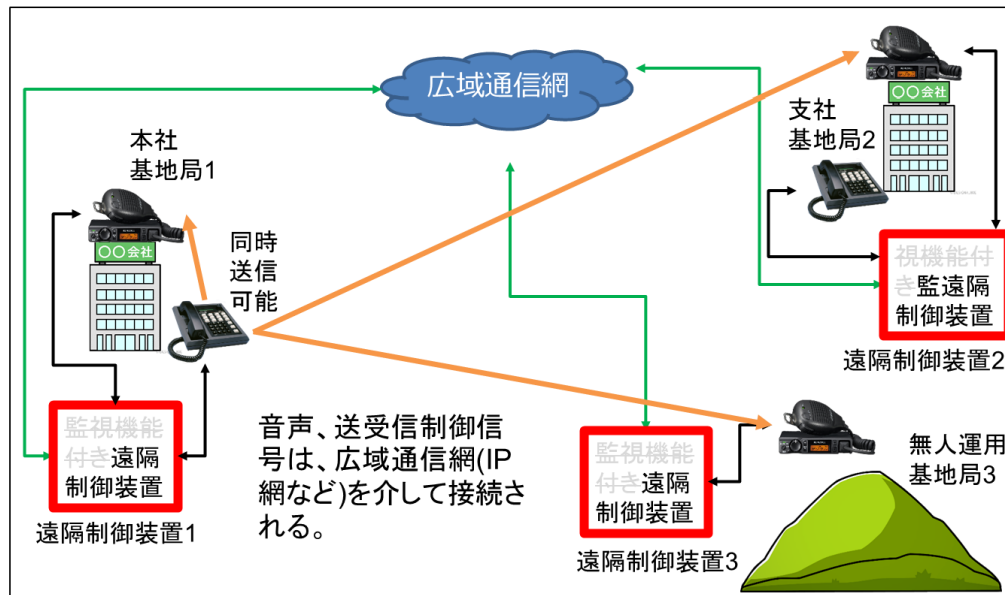
(ア) 運用方法(識別信号の送信)に関する緩和

既存のデジタル方式の無線機が持つ機能(自局名送信機能等)※を識別信号として利用し、送信の都度、識別信号を自動的に付加すること。

- 基地局ごとに異なる識別信号を付加することが可能となる。
- 新たな無線機を開発する必要がなく、既設局でも利用できる。
- 移動局等にも同様に利用すれば、無線局の運用方法も簡単に使いやすくなる。

(イ) 無線従事者による無線局監視制御の緩和

- ① 自局の障害(送信装置の発振回路が正常な周波数を生成できない故障が生じた場合等)を検知し、自動的に電波の発射を停止する機能を持たせる。
 - ② 連続送信を防止する機能を持たせる。
- 無線設備監視装置を省略できる。



※既存のデジタル方式の無線機が持つ機能(自局名送信機能等)について

一例として、一般社団法人 電波産業会が定める ARIB STD-B54 標準規格(放送事業用 4FSK 連絡無線方式)で規定される個別 ID や発信者名情報などが利用できる。

また、現在、他のデジタル無線方式に関する標準規格、あるいは、運用されているすべてのデジタル方式の無線機が、これらの機能を有しているわけではない。

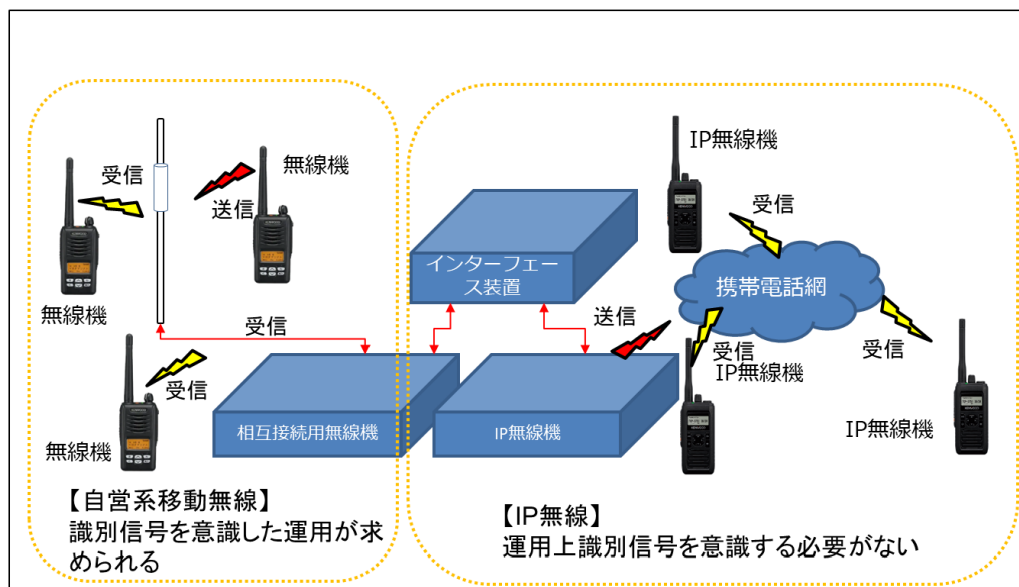
《2》 IP 無線との相互接続

① 課題

7.1.2 IP 無線との相互接続について

IP 無線との相互接続には、次のような課題がある。

- IP 無線側では、音声で識別信号を伝える必要が無く、自営系移動無線側の識別信号の取り扱いがあいまいになる懸念がある。
- 相互接続される無線機は、無人運用となることが懸念され、この場合、無人運用される基地局の異常を監視するための装置が必要となる。特に重要な無線システムにおいては、無線システムの異常を検知する監視装置をユーザーが要望することもあるが、そうではない無線システムにおいては、初期費用やランニングコストが増加する要因となるため、不要であることが望まれる場合も少なくない。
- IP 無線の利用者が自営系移動無線に接続されていることを認識する必要がある。



② 高度化の方向性

8.2 IP 無線との相互接続について

(ア) 運用方法(識別信号の送信)に関する緩和

既存のデジタル方式の無線機が持つ機能(自局名送信機能等)※を利用し、送信の都度、識別信号を自動的に付加すること。

(イ) 無線従事者による監視制御の緩和

- ① 自局の障害(送信装置の発振回路が正常な周波数を生成できない故障が生じた場合等)を検知し、自動的に電波の発射を停止する機能を持たせる。
- ② 連続送信を防止する機能を持たせる。

(ウ) IP 無線に求められる条件

- ① 自営系移動無線に相互接続される通信を使用者が認識可能であること。
- ② 自営系移動無線の通信事項に該当しない通信を行わないこと。
- ③ 自営系移動無線に相互接続される通信を免許人以外が使用できないようにすること。

※既存のデジタル方式の無線機が持つ機能(自局名送信機能等)について

一例として、一般社団法人 電波産業会が定める ARIB STD-B54 標準規格(放送事業用 4FSK 連絡無線方式)で規定される個別 ID や発信者名情報などが利用できる。

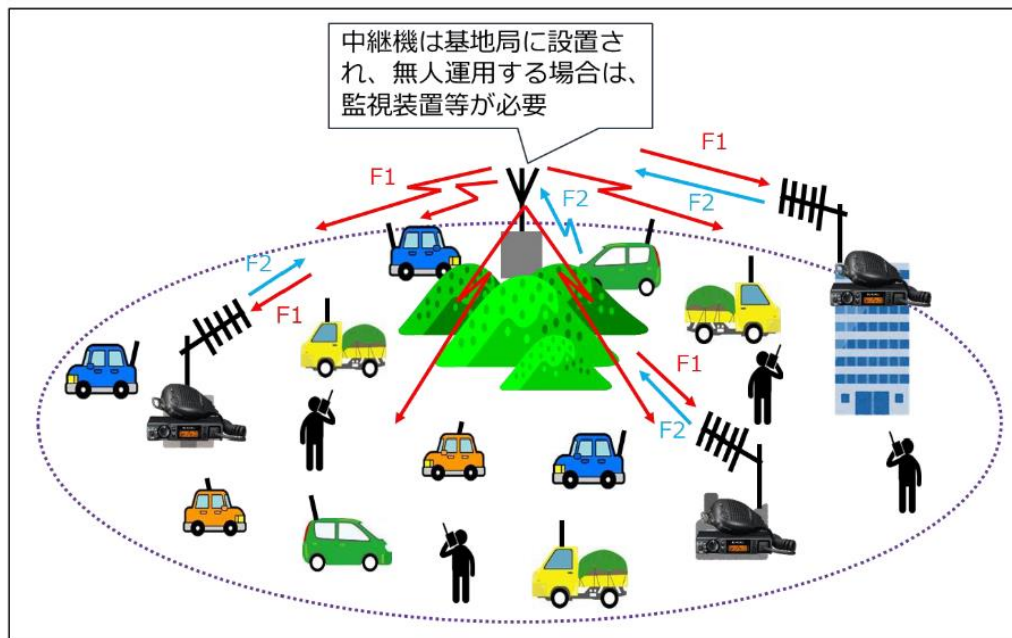
また、現在、他のデジタル無線方式に関する標準規格、あるいは、運用されているすべてのデジタル方式の無線機が、これらの機能を有しているわけではない。

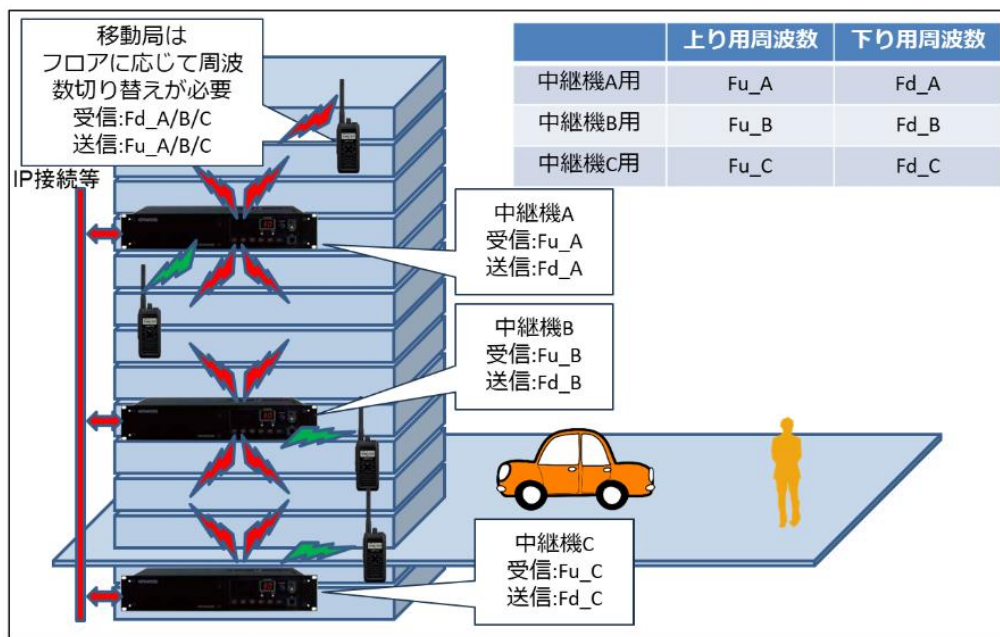
《3》 中継機の利用

① 課題

7.1.3 中継機の利用について

- 中継機を設備する無線局は基地局として運用されるため、無人運用される場合は、異常を監視するための装置が必要となる。特に重要な無線システムにおいては、無線システムの異常を検知する監視装置をユーザーが要望することもあるが、そうではない無線システムにおいては、初期費用やランニングコストが増加する要因となるため、不要であることが望まれる場合も少なくない。
- 中継動作する際の識別信号の取り扱いが明確になっていない。
- 中継に利用される周波数ペアが割り当てられているが、複数のペアを同時に使用する際、それぞれのペア同士の組合せで利用する必要があるため、周波数の利用効率が悪くなることも想定される。





② 高度化の方向性

8.3 中継機の利用について

(ア) 中継機を無人運用するために必要な事項(無線従事者による監視の緩和)

① 障害検知・停止機能

自局の障害(送信装置の発振回路が正常な周波数を生成できない故障が生じた場合等)を検知し、自動的に電波の発射を停止する機能を持たせる。

連続送信を防止する機能を持たせる。

② 選択的中継機能

グループごとに設定可能な識別コード(例.ユーザーコード)※を利用し、不要な信号を中継しないようにする。

無線機ごとに異なる ID を使う選択呼出機能(例.個別 ID)を利用し、一部のユーザーの中継を許可/禁止できるようにする。

これらの機能を持たせることで、基地局であっても、無線従事者による監視制御が不要となれば、廉価にシステムが構築できるため、中継機の利用が促進されるものと考えられる。

(イ) 技術的要件

① 必要な周波数帯

現在使用中の無線機からの移行を考慮することで経済的負担を減らせる(同一もしくは近い周波数を利用する)。

自営無線で広く使われている周波数全般(すでにそれぞれの業種に適した周波数が利用されている)。

携帯性を考慮すると、アンテナ長が短くなる UHF 帯が望ましい。

② 通信距離、通信エリアの確保

基地局を複数設置することでエリア確保できることが望ましい。

③ データ通信等に必要な通信速度

現在使用中の無線機からの移行を考慮することで経済的負担を減らせる。

音声主体の通信である。

④ セキュリティや秘匿性の確保

選択的中継により、不要な信号の中継を防ぐ。

デジタル方式を採用することで、高度な暗号化の実装が可能となる。

※識別コード(例.ユーザーコード)について

一例として、一般社団法人 電波産業会が定める ARIB STD-B54 標準規格(放送事業用 4FSK 連絡無線方式)や STD-T98 標準規格(デジタル簡易無線局の無線設備)で規定されるユーザーコードなどが利用できる。

また、現在、他のデジタル無線方式に関する標準規格、あるいは、運用されているすべてのデジタル方式の無線機が、これらの機能を有しているわけではない。

(ウ) 技術的条件

① 変調方式

低廉なものを求められていることから、現在広く利用されている狭帯域デジタル方式が望ましい。デジタル方式とすることで、誤中継を防いだり、高度な暗号化が利用できたりするメリットも得られる。

② 通信方式

現在 FDD(二周波半複信)方式が広く普及しているため、これをそのまま利用することで、廉価に構築できる。

③ 必要なチャンネル数

収容局数、通話の時間等からチャンネル数を決定すると良い。

複数のチャンネルを利用する際、周波数を有効利用するためにトランクキング方式を利用することで、周波数の有効利用に繋がる。

電波が届きにくいビル内や地下街などでは、基地局を複数置く必要があり、多くの周波数が必要となるが、下りは複数波を繰り返し利用し、上りは 1 波とすることで、周波数の有効利用に繋がる。

送信タイミング同期方式を利用することで、周波数の有効利用に繋がる。

④ 中継方式

中継の可否を判断するために識別コードが必要となるため、再生方式が望ましい。

⑤ 周波数共用条件

『「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件について」のうち「小電力を用いる自営系移動通信の利活用・高度化方策に係る技術的条件」に関する一部答申【平成 14 年 9 月 30 日付け 情報通信技術分科会諮問第 2009 号】の情報通信審議会 情報通信技術分科会 小電力無線システム委員会報告 平成 20 年 3 月 26 日』の検討結果が利用可能である。

⑥ 識別信号

既存のデジタル方式の無線機が持つ機能(自局名送信機能等)※を利用し、送信の都度、識別信号を自動的に付加する。以下の点を考慮する必要がある。

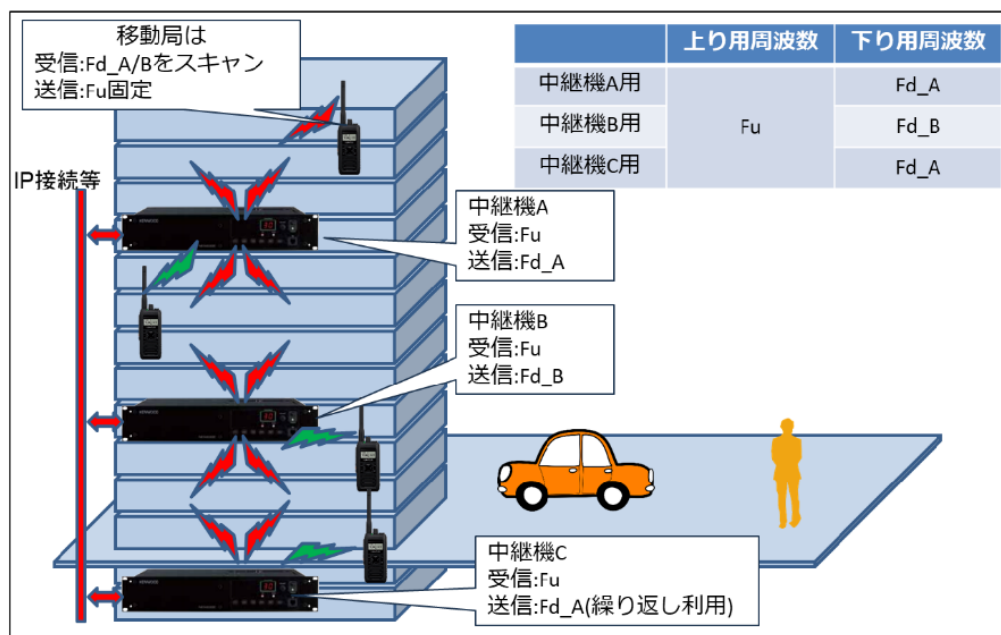
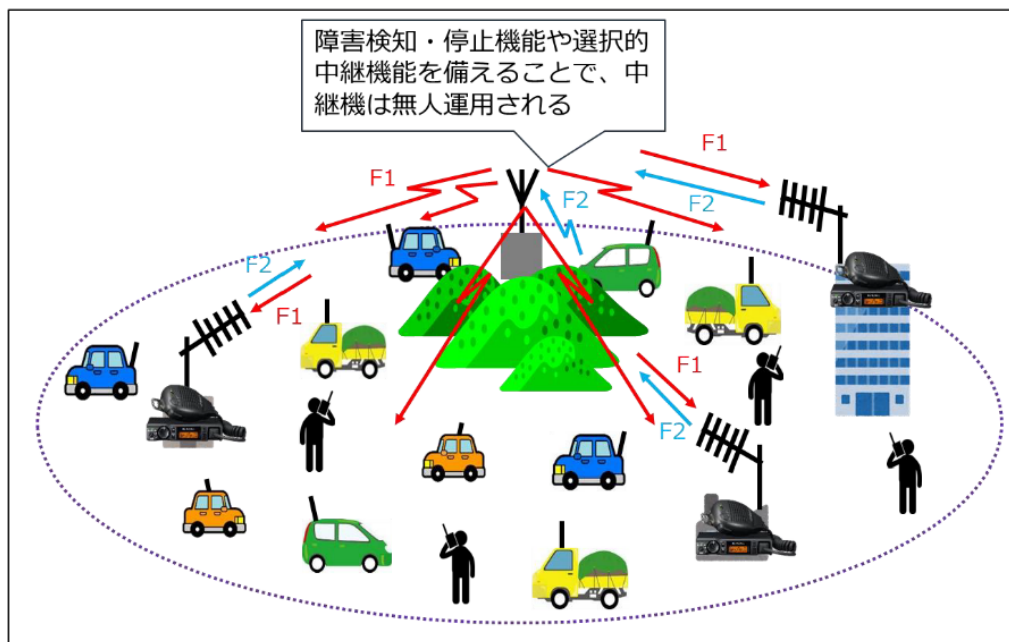
中継においては一般的に子局の識別信号をそのまま利用することが多いため、それに従う(子局の識別信号を書き換えずに中継する)。

中継機が自局から発呼する場合は、自局の識別信号を送信する。

※既存のデジタル方式の無線機が持つ機能(自局名送信機能等)について

一例として、一般社団法人 電波産業会が定める ARIB STD-B54 標準規格(放送事業用 4FSK 連絡無線方式)で規定される個別 ID や発信者名情報などが利用できる。

また、現在、他のデジタル無線方式に関する標準規格、あるいは、運用されているすべてのデジタル方式の無線機が、これらの機能を有しているわけではない。



下りは複数波を繰り返し利用し、上りは1波とすることで、周波数を有効利用する。

《4》 安定した通信や不感地帯の解消

① 課題

7.2 ユーザーアンケートによるもの

6.4.1 で考察したとおり、ユーザーアンケートにより抽出された「将来実現してほしい機能」の上位は以下のとおりである。

- ➡ ● 安定した通信ができるようにしてほしい
- ➡ ● 不感地帯を解消してほしい
 - 高音質の音声通話ができるようにしてほしい
 - 位置情報など、音声以外のデータの伝送が簡単にできるようにしてほしい

② 高度化の方向性

8.4.1 安定した通信や不感地帯の解消に向けた方策

自営系移動無線は、一つの基地局の通信エリアは携帯電話基地局に比べ広いものが多いものの、構築するエリアの規模により無線局の設置や運営にかかるコストが増大することから、多数の基地局を設置することは経済的な面から困難であり、必要最小限の通信エリアとなっている。また、無線機器の価格等についても、IP 無線や簡易無線と比較して高額となる場合が多い。

通信が安定しない要因の一つとして、フェージングによる不安定な受信状態が考えられる。フェージングについては、6.4.4 に書いたとおりデジタル方式に移行することで改善できる可能性がある。

また、地形等の影響により不感地域が生じやすい傾向があるため、手軽にエリアを拡大したい場合や安定的な通信を行いたい場合には、8.2 に記載した IP 無線との相互接続や 8.3 に記載した中継機の利用を促進することで、通話エリアの拡大が可能となり、安定した通信の提供が期待できる。

6.3.2 に書いたとおり、今回ユーザーアンケートにご協力いただいた免許人の内、96%がアナログ方式を利用していることから、弱電界エリアにおける受信音声の明瞭度の低下などが発生しているものと思われる。デジタル方式を推進することで、改善が期待できる場合があるものと考えられる。6.4.4 に書いたとおり、IP 無線は、山間部等、携帯電話網サービス(エリア)が十分でない利用環境では使用できないため、利用可能条件が限定される。また、災害発生時に輻輳が発生するなどのリスクがあるため、ミッションクリティカルを求められるユーザーにおいては、慎重な選択が必要となる。

《5》 高音質な音声通話の実現

① 課題

7.2 ユーザーアンケートによるもの

6.4.1 で考察したとおり、ユーザーアンケートにより抽出された「将来実現してほしい機能」の上位は以下のとおりである。

- 安定した通信ができるようにしてほしい
- 不感地帯を解消してほしい
- ➡ ● 高音質の音声通話ができるようにしてほしい
- 位置情報など、音声以外のデータの伝送が簡単にできるようにしてほしい

② 高度化の方向性

8.4.2 高音質な音声通話の実現に向けた方策

高音質の音声通話については、ユーザーにより求められる品質は異なるものの、アナログ方式を利用しているユーザーが多いことから、受信感度内のノイズ低減を求めていることが要因の一つと想定される。6.4.4 に書いたように、デジタル方式に移行することで、感度内で発生する受信音声へのノイズ重畳の低減が期待できる。

一方、今後、通話内容と音声品質とのバランスを考慮した高品質化の検討が望まれる。音声コーデックやオーディオ回路の高品質化は、無線機器のコスト上昇につながる可能性が高いことから、通話内容と音声品質とのバランスを考慮した高品質化が必要となる。8.4.1 と同様に、IP 無線や簡易無線などの他の無線システムの活用やアナログ方式からデジタル方式に変更することで音声品質の改善が期待できる場合がある。

《6》 位置情報等の活用に関する機能

① 課題

7.2 ユーザーアンケートによるもの

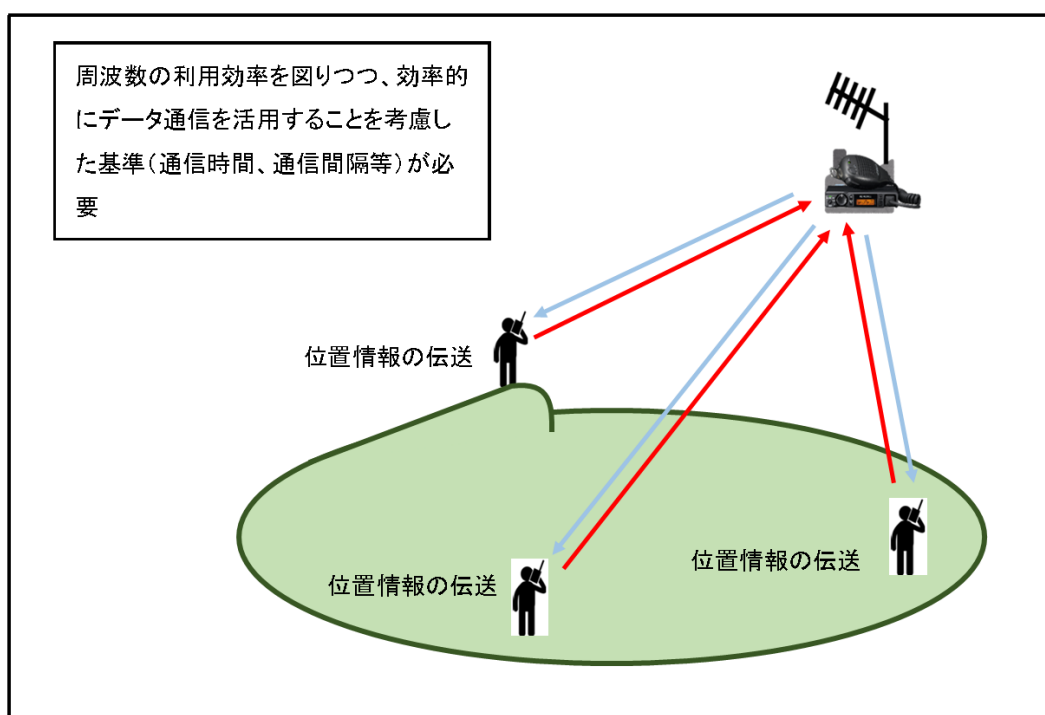
6.4.1 で考察したとおり、ユーザーアンケートにより抽出された「将来実現してほしい機能」の上位は以下のとおりである。

- 安定した通信ができるようにしてほしい
- 不感地帯を解消してほしい
- 高音質の音声通話ができるようにしてほしい
- ➡ ● 位置情報など、音声以外のデータの伝送が簡単にできるようにしてほしい

7.1.4 データ通信での活用について

データ通信での利用には、次のような課題がある。

- データ通信では、音声で識別信号を伝える必要が無く、識別信号の取り扱いがあいまいになる懸念がある。
- 音声通信が主体の自営系移動通信においては、できる限り狭い周波数帯域に制限することにより周波数の有効利用効率の改善を図ってきたが、データ通信においては、こうした手法だけでは周波数の有効利用が図れない可能性がある。
- 位置情報の活用やIoT、計測データ伝送等、データ通信による新たなニーズへの対応において、周波数の利用効率を図りつつ、効率的にデータ通信を活用することを考慮した基準（通信時間、通信間隔等）が存在しない。



② 高度化の方向性

8.4.3 位置情報等の活用に関する機能の追加

スマートフォンに代表される携帯小型端末において位置情報の活用は必須機能となっており、アマチュア無線等においても、GPS を活用した機能が実現している。また位置情報システムの小型化に伴い、位置情報の活用は、動物の動態把握や狩猟用発信機、盗難防止、徘徊老人の探索、山岳遭難者の救助等、様々な分野に広がっており、自営系移動通信がこうしたニーズを取り込むことにより、新たな利用者の獲得に繋がることが期待される。

GPS データやショートメッセージなどのデータ伝送機能は、自営系移動無線に用いられている無線機の一部モデルには搭載されているものの、アプリケーションを含めた総合的なシステムの検討とユーザーへの提案が必要なものと考えられる。

一方で、音声通信が主体の自営系移動通信においては、できる限り狭い周波数帯域に制限することにより周波数の有効利用効率の改善を目指してきたが、データ通信においては、こうした手法だけでは周波数の有効利用が図れない可能性があることから、周波数の利用効率を図りつつ、効率的にデータ通信を活用することを考慮した基準の明確化(通信時間、通信間隔等)の検討が求められる。

資料5 実証試用のアンケート

狩猟用ドッグマーカー試用アンケート

自営系移動無線システムの高度化に必要な技術的条件に関する調査検討会
事務局

この度は、狩猟用ドッグマーカーの試用にご協力いただきありがとうございます。恐れ入りますが、以下のアンケートにご協力をお願いします。

このアンケートで得られた情報は、本調査検討会で活用させていただく目的以外には利用しません。

このアンケートでご質問をいただきましても、回答できかねる場合がございます。ご了承願います。

回答が難しい項目は、空欄で提出していただいても構いません。皆様のご負担とならない範囲でのご協力をお願いします。

1 今までのドッグマーカー使用経験についてお尋ねします。

1.1 今までにドッグマーカーを使用したことはありますか。

☐はい ☐いいえ(→2 へお進みください。)

1.2 ドッグマーカーを使用することによるメリットについて教えてください。

- ☐ 猟犬の位置や動きが分かる
- ☐ 猟犬の周囲の音声を聞くことができる
- ☐ その他(下欄にて教えてください)

1.3 お使いになったことのあるドッグマーカーへの不満点があれば教えてください。なければ空欄で構いません。

- 1.4 その他、お使いになったことのあるドッグマーカーについて、感想などがあれば教えてください。
なければ空欄で構いません。

2 今回お使いいただいた試用品についてお尋ねします。

- 2.1 サービスエリア(電波の届き具合)は十分でしたか。

☐十分だった

☐十分ではなかった(必要とする距離や、その距離が必要となるシチュエーションなどについて教えてください。また猟犬が近くにいるはずなのに、位置情報が更新されなかったり、音声送信できなかったりしたことはありませんでしたか。あった場合は、その症状や頻度、発生条件など、わかる範囲で教えてください)

- 2.2 猟犬への脱着は簡単でしたか。

☐簡単だった

☐簡単ではなかった(どのような問題があったか、下欄にて教えてください)

2.3 猟犬にかかる子機による負担についてはいかがでしたか。

子機の大きさについて、いずれかを選択してください。

- ☐ 許容範囲内であった
- ☐ 大きすぎる

子機の重さについて、いずれかを選択してください。

- ☐ 許容範囲内であった
- ☐ 重すぎる

その他、装着時の様子や活動状況からの印象(不快感、山中での移動しやすさ、獲物と出会ったときの動きやすさ)など、気になったことがあれば教えてください。特になければ空欄で構いません。

2.4 操作は分かりやすかったですか。(無線機、スマートフォン)

- ☐ 分かりやすかった・特に支障はなかった。
- ☐ 分かりにくかった(どのような問題があったか、下欄にて教えてください)

2.5 使ってみて、良かった点について教えてください。
特になければ空欄で構いません。

- 2.6 使ってみて、改善した方がよい点について教えてください。
なければ空欄で構いません。

- 2.7 その他感想などがあれば教えてください。
なければ空欄で構いません。

3 将来製品化する際の要望についてお尋ねします。

- 3.1 必要と思われる機能を教えてください。

- ☐ 猟師間通話(個別 ・ グループ)
- ☐ 猟犬に対して音声を送信する機能
- ☐ 猟犬の周囲の音声を遠隔で送信する機能
- ☐ 猟犬と自分との位置関係が分かる機能(距離、方角など)
- ☐ その他(どのような要望か教えてください)

- 3.2 子機(猟犬に取り付ける無線機)についての要望を教えてください。(サイズ、重さ、取り付け方、電池の持ち、充電時間、充電方法、耐久性などについて)
特になければ空欄で構いません。

3.3 親機についての要望を教えてください。

(サイズ、重さ、取り付け方、電池の持ち、充電時間、充電方法、耐久性、親機の構成※などについて)

特になければ空欄で構いません。※無線機とスマートフォンとの分離型(今回)または一体化

--

3.4 費用対効果が見込めると思う購入価格(レンタルではなく、買い切りの場合)

親機	万円位
子機	万円位

ご意見があれば、ご記入ください。
なければ空欄で構いません。

--

3.5 買い取り、レンタルなどについて、ご意見があればお願いします。

破損への備えなどについても、懸念があればお教えてください。

なければ空欄で構いません。

--

3.6 その他、ご意見等があればお願いします。

なければ空欄で構いません。

--

お忙しい中、ご協力頂きありがとうございました。

恐れ入りますが、ご連絡先についてご記入ください。

所属支部		
お名前		
連絡先 (ご都合の良い方のいずれか一方で結構です)	メールアドレス	@
	電話番号	
主とする猟の対象		☐ イノシシ ☐ シカ ☐ その他 ()
主とする狩猟の種類		
猟犬のサイズ		☐ 小型 ☐ 中型 ☐ 大型
お使いいただいた 試用機器番号		

このアンケートについて、本調査検討会から質問させていただくことがございます。
その際はご協力のほど、よろしくお願いします。

このアンケートに関するご質問は、
自営系移動無線システムの高度化に必要な技術的条件に関する調査検討会 事務局
XXX-XXXX-XXXX までお願いします。

資料6 実証試験に使用した無線局

《1》 実証試験に使用した無線局の諸元

項目	諸元		
局種	実験試験局		デジタル簡易無線登録局
呼出名称	けんうっどきゅうしゅうじっけん 1～3		—
電波型式	16K0F2D、16K0F3E	5K80F1D、5K80F1E	5K80F1D、5K80F1E
占有周波数帯幅	16kHz 以内	5.8kHz 以内	5.8kHz 以内
周波数	154.45～154.61MHz (20kHz 間隔9波)	F1D, F1E 154.44375～ 154.55625MHz (6.25kHz 間隔 19 波) F1D 154.56250～ 154.61250MHz (6.25kHz 間隔9波)	351.03125～ 351.10000MHz (6.25kHz 間隔 12 波) 351.20000～ 351.63125MHz (6.25kHz 間隔 70 波)
空中線電力	5W		5W
設備	無線設備規則 第五十四条第一号 の設備	無線設備規則 第五十四条第二号 の設備	無線設備規則 第五十四条第二号の二 の設備
空中線	単一型 (2.15 dBi)		単一型 (2.15 dBi)
機器型番 製造者	TCP-D143CT 株式会社 JVC ケンウッド		TCP-D751CT 株式会社 JVC ケンウッド

《2》 外観



資料編 図 4 実験試験局無線機の外観



資料編 図 5 登録局無線機の外観

資料7 公開実証試験

《1》 概要

熊本県猟友会会員、調査検討会構成員及びオブザーバを対象に実証試験の内容をデモンストレーションした。

実施日： 令和6年11月25日(月)10:00～13:00

場所： 熊本県熊本市 桜の馬場 城彩苑・多目的交流施設
→ドッグラン TeoOne(web 会議併用)

1. 開会
2. 九州総合通信局長挨拶
3. 座長挨拶
4. 調査検討会の概要
5. 実証試験の結果の報告(概要版)
6. 実証試用について
7. バス移動のご案内(ドッグランに移動)
8. 実証試験の公開(実証試験機材を使った実演)
 - ① ドッグラン内を走る猟犬の位置表示
 - ② ドッグラン周辺を散歩する猟犬の位置表示
 - ③ 猟犬音声確認機能
 - ④ 実証試験機材の展示
9. バス移動、城彩苑に帰着し流れ解散

《2》 公開実証試験の様子



資料編 図 6 開会の挨拶をする九州総合通信局中西局長(左)と熊本大学福迫教授(右)



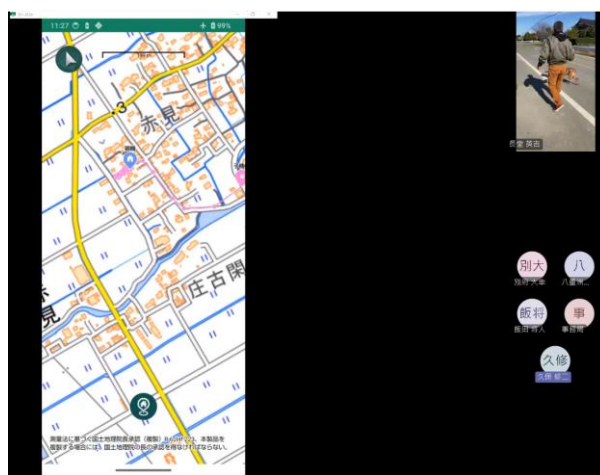
資料編 図 7 実証試験の結果の報告



資料編 図 8 バスでドッグランに移動



資料編 図 9 ドッグラン内を走る猟犬の位置表示



資料編 図 10 ドッグラン周辺を散歩する猟犬の位置表示



資料編 図 11 実証試験機材の展示

資料8 参考文献等

令和5年度「自営系移動無線システムの高度化及び将来展望に関する調査検討報告書」(令和6年3月 九州総合通信局)

平成22年度「猟犬等位置把握・検知用無線システムに関する調査検討報告書」(平成23年3月九州総合通信局)

平成10年度 電気通信技術審議会答申 諮問第94号「400MHz帯等を使用する業務用の陸上移動局等のデジタル・ナロー通信方式の技術的条件」平成10年6月29日

標準規格 ARIB STD-T98 デジタル簡易無線局の無線設備 第2.0版 2008.09.25 策定 2023.10.4 改定(一般社団法人電波産業会)

資料9 用語集

用語	説明
1/2λ アンテナ	移動無線のアンテナとして用いる場合、取り付けた物体の影響を受けにくく性能を確保しやすい。
1/4λ アンテナ	一般的な移動無線のアンテナの形式。携帯型無線機の筐体や車載型無線機での車両など、取り付けた物体をアンテナの一部として用いる。持ち方や取り付け方などの影響を受けて性能が変化しやすい。
4 値 FSK	4 値 Frequency Shift Keying (四値周波数偏位変調) の略称。 送信電波の周波数を変化させ、4 つの状態を作ること 00/01/10/11 のビット情報を送信する方式。 廉価なデジタル無線方式として、簡易無線やタクシー無線などに多く利用されている。
ARIB	「アライブ」 一般社団法人電波産業会の略称。通信・放送分野における新たな電波利用システムの研究開発や技術基準の国際統一化等を推進するとともに、国際化の進展や通信と放送の融合化、電波を用いたビジネスの振興等に迅速かつ的確に対応できる体制の確立を目指して設立された。 無線通信に関して、多くの民間標準規格を制定している。 デジタル簡易無線では、STD-T98 という規格が制定されており、製造事業者が異なっても規格の範囲内で相互接続性が保たれるようになっている。
BER	ビットエラーレート (Bit Error Rate) の略称。 データ伝送品質の評価尺度のひとつで、 ビット誤り率 = 誤った受信ビット数 / 伝送した全ビット数 で表される。 デジタル無線通信では、受信状態の良否を判定する尺度として用いられることが多い。
bps	Bit Per Second の略で、1 秒間に伝送されるビット数として伝送速度の単位として用いられる。
C/N	搬送波 (Carrier) と雑音 (Noise) との比率。 受信機には、受信したい信号 (搬送波 = 無線信号) と様々な要因で発生する雑音が同時に入力される。受信機が無線信号に載った情報を正しく検出するためには、雑音が小さいことが要求される。
ch	チャンネル。 本書では、等間隔で並んだ無線通信用周波数を表す。
dB	「でしべる」 大きさを比率で表す単位。無線の受信信号電力や送信電力の場合、3dB は約 2 倍、10dB は 10 倍、20dB は 100 倍となる。
GND	「ぐらんど」 元は大地、アースを指す言葉だが、本書では、電気回路の動作基準となる電位のことをいう。アンテナの種類によっては、十分な広さの等電位面 (十分な広さの GND) を必要とするものもある。

GPS	Global Positioning System の略。アメリカ合衆国による人工衛星を使用した測位システムで、約 20,000km の高度を一周約 12 時間で動く人工衛星から届く多数の信号を使用して地球上の全域で位置を算出できるシステム。 高高度の静止人工衛星みちびき(日本)は、補完信号を送信しており、GPS と併用することで測位精度を高めることができる。 GPS 同様の GLONASS(ロシア)、Galileo(EU)等の衛星測位システムの総称を GNSS(Global Navigation Satellite System、全球測位衛星システム)という。
IP 無線	携帯電話網等のデータ通信機能を利用したプレストーク(PTT)方式の移動体通信サービス。車載型無線機、携帯型無線機のようなもののやスマートフォンにアプリをインストールして使用するものがある。
M5Stack	ディスプレイ、操作キー、ブルートゥース機能等を持つ小型のマイコンモジュール。本調査検討では、受信データの記録等に使用した。
MSK	最小偏移変調(Minimum Shift Keying)。 本書では、アナログ FM 方式の音声用無線機に付加装置(モデム)を接続してデータ通信を行う方式として扱う。 モデムがデータの 1/0 に応じた音響信号を生成し、音声経路を通して送出するもの。
PER	パケットエラーレート(Packet Error Rate) 本書では、猟犬の位置情報を伝送するためにデジタル簡易無線で 1 フレーム 80ms の長さの 384 ビットデータを数フレーム送出している。このフレームの塊をパケットとよび、データ伝送の失敗率を評価するために PER を設定した。 パケットエラーレート = 誤ったパケット数 / 伝送した全パケット数
PN9	PN とは Pseudo random Noise の略称で疑似ランダムノイズを意味する。9 は PN9 パターンを発生するビットシフト回路の段数で、PN9 パターンは 2 の 9 乗のデータ長($2^9 - 1 = 511$)で繰り返すパターン。データ列は、1/0 が比較的ランダムに並ぶ(あまり連続しない)形になっており、決まったパターンのため受信側での評価がしやすく無線機の伝送品質の評価に多く用いられる。
PTT	Press To Talk 又は Push To Talk の略称。 音声を送信する時に操作するスイッチ。多くの場合、押している間だけ送信される。
RSSI	Received Signal Strength Indicator の略称。 受信信号強度。
UHF	Ultra High Frequency 極超短波。一般には 300MHz から 3GHz の周波数を指すが、本書では業務用無線に使用される 330MHz から 470MHz を指す。デジタル簡易無線は、351MHz 帯及び 467MHz 帯にある。
VHF	Very High Frequency 超短波。一般には 30MHz から 300MHz の周波数を指すが、本書では業務用無線に使用される 136MHz から 174MHz を指す。デジタル簡易無線は 154MHz 帯にある。
$\pi/4$ シフト QPSK	送信信号の位相を変化させて情報を伝送する変調方式。PDC 方式のデジタル携帯電話や PHS、業務用無線などに採用されている。
アナログ	本書では、デジタル簡易無線の 4 値 FSK 方式との対比として、アナログ FM 方式及び MSK 方式の意味で使用している。
エリアシミュレーション	地形、地勢などの条件を考慮し、電波が伝搬されるエリア(地域)を模擬的に演算する手法。

簡易無線	多くの人が様々な簡易な業務に使用できる無線局であり、無線従事者の資格は必要ない。使用できる周波数は複数あるが、他の使用者との共用である。
キャリアセンス	周波数を共用する他の無線局の信号がある場合、送信できなくする機能。 デジタル簡易無線登録局では必ず機能させる必要がある。信号の検出方法や検出レベルなどは告示等で細かく規定されている。
キャリア・モニタリング	周波数を共用する他の無線局の信号があるかどうかを確認する機能。 民間標準規格 ARIB STD-T98 で規定されている。
給電点	アンテナに信号を出し入れする部分。
業務用無線	あらゆる業種に用いられる自営陸上移動通信の総称で、公共業務用と一般業務用に大別される。
自営系移動無線	令 5 自営検討では、以下のように定義している。 総務省 情報通信統計データベース https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/field/denpa02.html に掲載されている用途別無線局数のデータにおいて、平成 26 年度以降のものに用いられている用途別分類 35 のうち、次の 4 つの用途を除いた用途に属するものとし、基地局および陸上移動局を対象とする。 電気通信業務、アマチュア、MCA、簡易無線
自営無線	他者によるインフラ(携帯電話網、固定電話網、MCA 基地など)を使用せず、システム全部を自身で所有運営管理する移動無線。
指向性	アンテナから発射される信号が方向によって異なる性質のこと。 アンテナの形状により指向性が異なるほか、本書のように取り付けられた物体や取り付け方法の影響を受けて指向性が生じる場合もある。
実験試験局	「科学若しくは技術の発達のための実験、電波の利用の効率性に関する試験又は電波の利用の需要に関する調査を行うために開設する無線局であつて、実用に供しないもの」と定義されており、こうした目的のために開設し、実験や試験、調査を行うことが可能。 本調査検討では、伝搬試験の目的で開設した。
所要 C/N	受信機には、受信したい信号(搬送波＝無線信号)と様々な要因で発生する雑音が同時に入力される。受信機が無線信号に載った情報を正しく検出するための限界の搬送波(Carrier)と雑音(Noise)との比率。
信号レベル	実験又は測定で無線機に供給される信号のレベル。
スケルチ	受信信号がない状態で受信機から雑音が出力されるのを防ぐため、オーディオ回路を遮断して無音にする機能。
スペクトラムアナライザ	横軸を周波数、縦軸を電力又は電圧とする二次元のグラフを画面に表示する計測器。無線信号の測定に多く利用される。
チャンネル共用	周波数を他の利用者と共用すること。簡易無線は基本的にチャンネル共用のシステム。
中継機	受信した信号を同時に送信する装置。伝搬環境の良好な場所に設置し、他の無線局の信号を中継して遠くに飛ばす。
通信衝突	同じ周波数で複数の無線局による送信が同時に行われた状態。デジタル簡易無線の方式では、相互に干渉が発生し、通信が成り立たなくなる場合が多い。
デジタル	本書では、アナログ FM 方式の通信の対比として、 $\pi/4$ シフト QPSK 方式や 4 値 FSK 方式などの狭帯域デジタル方式を指す。

デジタル簡易無線	無線従事者の資格が不要で利用できる業務用無線。簡易な業務の通信に使用できるが、登録局は個人の用務にも使用できる。 150MHz 帯デジタル簡易無線(免許局)、350MHz 帯デジタル簡易無線(登録局)、460MHz 帯デジタル簡易無線(免許局)がある。
電波形式	無線信号の変調方式、伝送内容、通信路数、占有帯域幅などを表す記号。ITU-R で制定され、世界共通の表記になっている。
伝搬シミュレーション	→エリアシミュレーション
登録局	無線局には原則として免許が必要だが、技術基準を満たす等一部の無線局は、比較的簡易な登録手続きで開局できる。レンタル可能、通信相手の制限なし、通信事項の制限なし、など利用についてもメリットが多い。
パケット	→PER
パケットエラーレート	→PER
ビット	デジタルデータの最小単位。1/0 の 2 値の情報を持つ。
ビットエラーレート	→BER
フェージング	無線通信で届く電波の強度が何らかの理由により変動すること。無線局の移動や時間経過により、障害物や大気中の電離層による反射などが変化し、時間差をもって到達した電波の干渉に変化が発生することで起きる。
不感地帯	電波が届かない、または届きにくい場所のこと。電波の特性上、地球上のすべての場所に電波を届けることは困難であり、不感地帯をいかに解消するかがシステムの課題になる。
ヘリカルアンテナ	アンテナの素子をコイル状に巻いて、物理的な長さを短くしたもの。性能は劣化するが可搬性などを考慮して採用される。
ポーリング	データ伝送において、中心となる局から各局に対して個別にデータの問い合わせを送出し、応答させることで通信衝突を回避する伝送方法。各局が自発的に発呼する方法に比べて通信時間が長くなる欠点があるが、衝突の可能性がなくなるため、システムの要件に応じて検討される。 本書の猟犬用マーカーは、時刻制御による自発発呼方式を採用し、ポーリング方式は使用していない。
マルチパス	無線の電波が地形や建物などに反射して、複数の経路から受信点に到来する現象。経路長の違いにより時間的に遅延したり波の干渉により信号強度が変化したりして通信品質に影響する。
無線局運用規則	無線局の運用方法について規定した規則
無線従事者資格	無線局を運用する者には原則として資格が必要であり、操作できる無線局種や操作範囲によって、多くの資格が制定されている。
無線設備規則	無線設備について、守るべき技術的条件を規定した規則

令和 7 年 3 月

自営系移動無線システムの高度化に必要な
技術的条件に関する調査検討
報告書

事務局：九州総合通信局無線通信部電波利用企画課
〒860-8795
熊本県熊本市西区春日 2 丁目 10 番 1 号