
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 報告書概要版

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

第1章	調査検討の概要	2
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
第3章	簡易無線登録局による猟犬用マーカの実証試験	8
第4章	簡易無線登録局による猟犬用マーカの実証試用	21
第5章	まとめ	25
調査検討会の構成員		29
調査検討会の経過		30

調査検討の背景

九州総合通信局では、令和5年度に実施した「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」の報告書において、自営系移動無線における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。

調査検討の目的

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な位置情報等のデータ通信の活用等について、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。

調査検討項目

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事
- (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）に関する事
- (3) (1)、(2)を実現するためのモデルの実証試験に関する事
- (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事

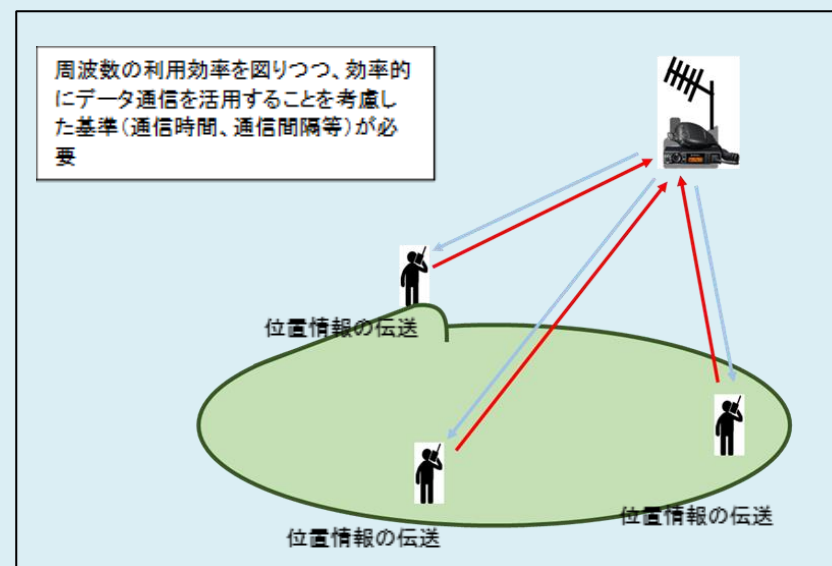
令和5年度調査検討で報告された課題と高度化の方向性

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」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

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。令和5年度の報告書では、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。令和5年度の報告書でとりまとめた位置情報等のデータ通信の利用に関する課題は次のとおりである。

- (1) 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。
- (2) 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。
- (3) 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。



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。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。

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に利用する。
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。

自営系移動無線の位置情報活用の課題

【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。

【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。

【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。

【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。

【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。

本調査検討の検討モデル

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。

- 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。
- 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。
- 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。

猟犬用マーカーの要求事項

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）において、猟犬の位置情報を活用する猟犬用マーカーについて検討されており、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3 km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。

本調査検討の検討モデル

平成22年度調査検討会における提言

平成22年度調査検討会の実証試験では、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。その結果、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。

本調査検討の検討モデル

平成22年度調査検討会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。
- 平成22年度調査検討の後、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。

実証試験の目的と概要

実施する実証試験は次の通り

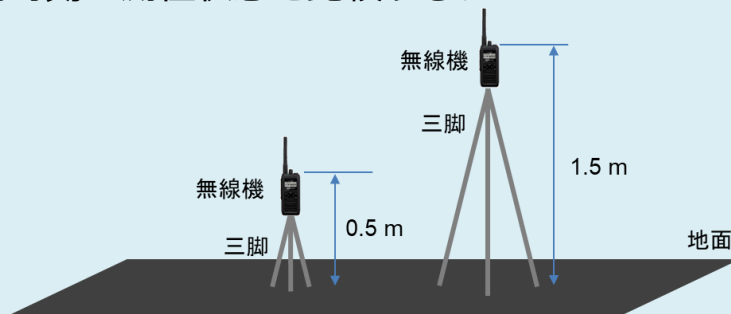
項番	実証試験内容	実施場所
1	GPS受信アンテナの地上高による測位誤差の評価	神奈川県横浜市
2	150MHz帯簡易無線を想定したデジタル/アナログの伝搬特性の比較	平成22年度調査検討で利用した場所 (熊本県熊本市小萩公園等)
3	猟犬の首輪に装着した無線機と、同様な高さに静置した無線機単体との伝搬特性の比較	測定に適した広場 (熊本県熊本市内ドッグラン施設)
4	実使用を想定した伝送試験	狩猟場所となっている山林 (熊本県八代市)
5	公開実証試験 猟犬の位置表示の実演と試験機材の紹介	展示に適した広場 (熊本県熊本市内ドッグラン施設)

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. 平成22年度調査検討では、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. 平成22年度調査検討では、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. 平成22年度調査検討では、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ジ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。

GPS受信アンテナの地上高による測位誤差の評価

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。
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。



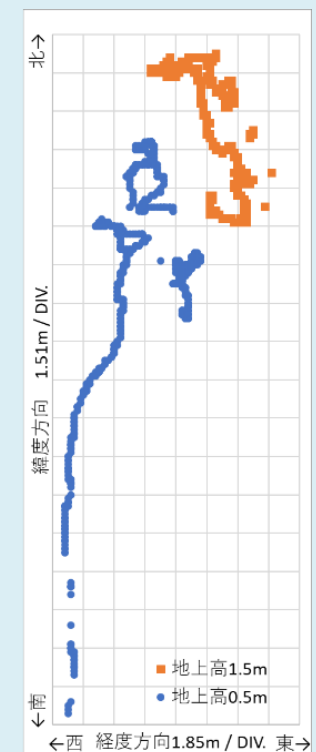
測位誤差の評価

	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

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。

GPS測位結果

右図は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。



考察

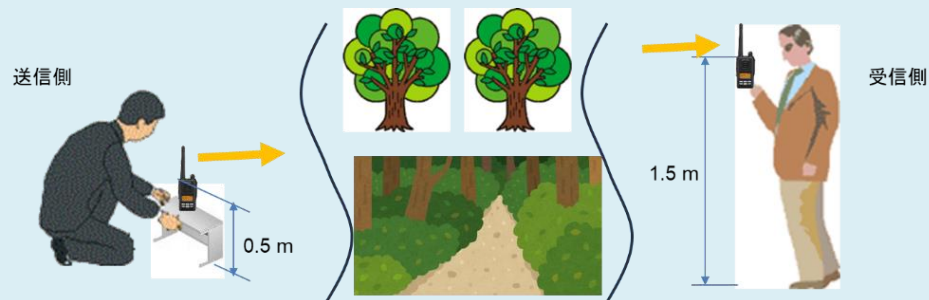
地面の影響により、地上高が低くなるとGPS測位誤差が大きくなることが確認された。ただし、その測位誤差は、最大20m程度と考えられ、ドッグマーカとしての利用に致命的な影響を与えるものではないと想定される。

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

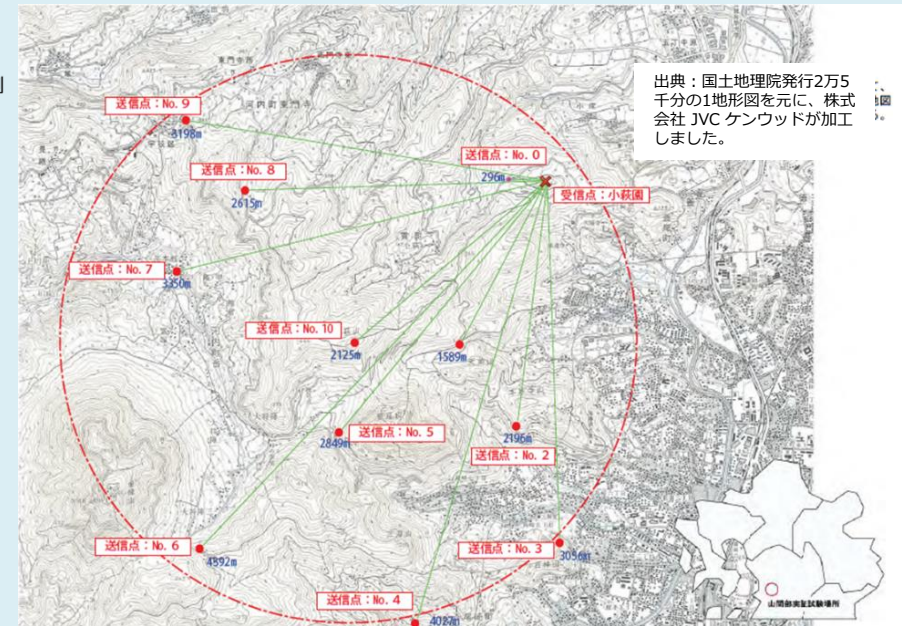
方法

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。下図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。（平成22年度調査検討と同条件）

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。



試験場所は、平成22年度調査検討の実施場所のうち、受信レベルが比較的低い10～20dBμVのNo.5、No.7、No.9の地点を選定し、平成22年度調査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。



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

結果

No.9及びNo.5における結果を下表に示す。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。

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
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、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。

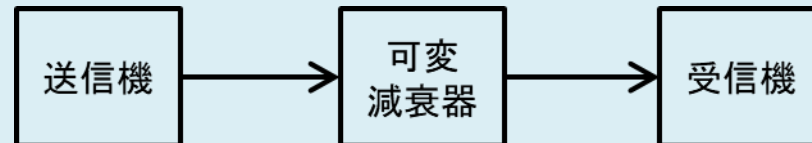
150MHz帯簡易無線を想定したデジタル/アナログの伝搬特性の比較

追加試験

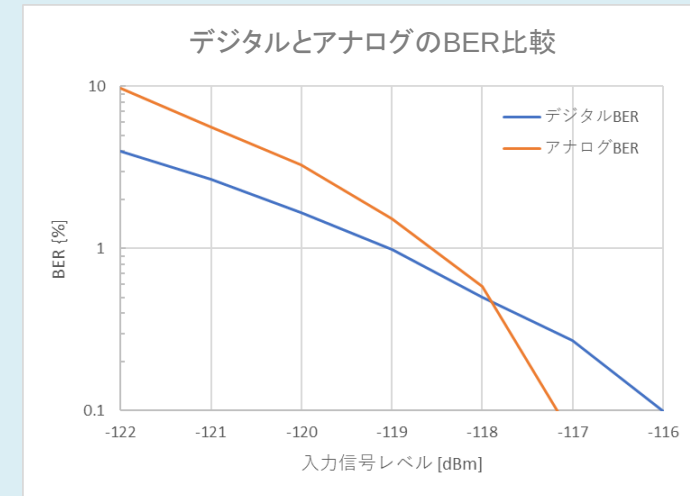
先述の方法では比較が困難であったため、机上測定により、デジタル、アナログのデータ通信の感度を評価比較することとした。

方法

実験試験局無線機を使用し、下図のように接続して、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。



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。

考察

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。

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

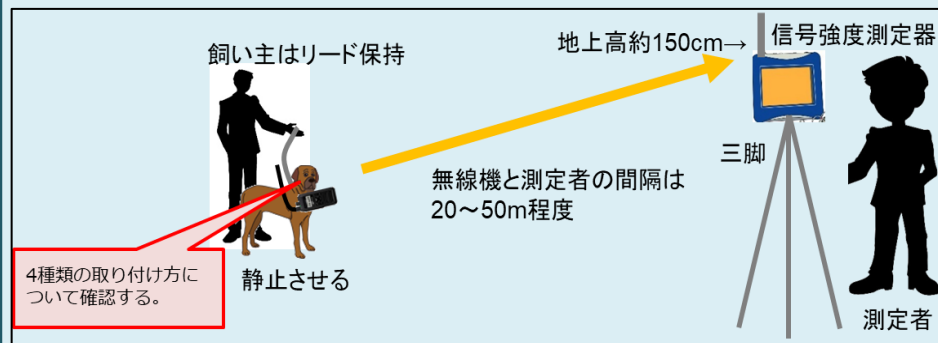
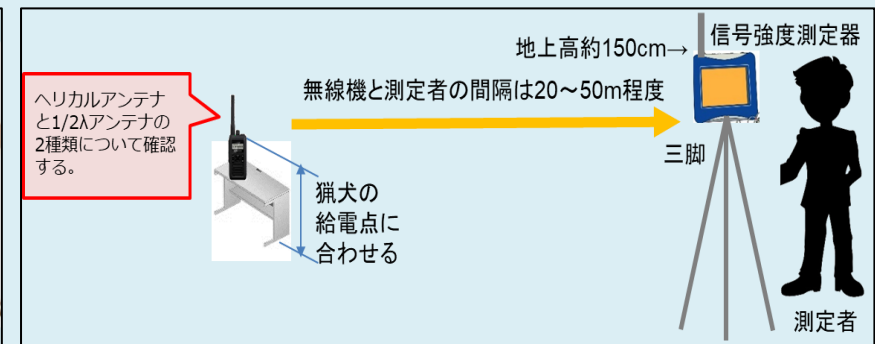
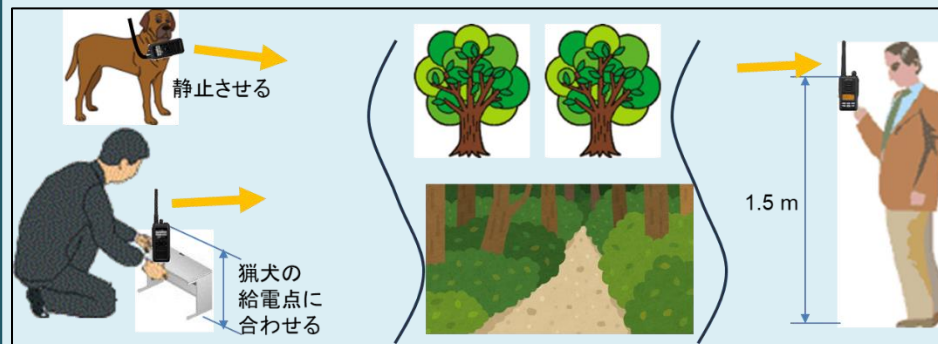
方法

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。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。

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。

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。



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

猟犬への無線機、アンテナの取り付け方法

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。

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。

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。

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に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。

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。



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

測定結果

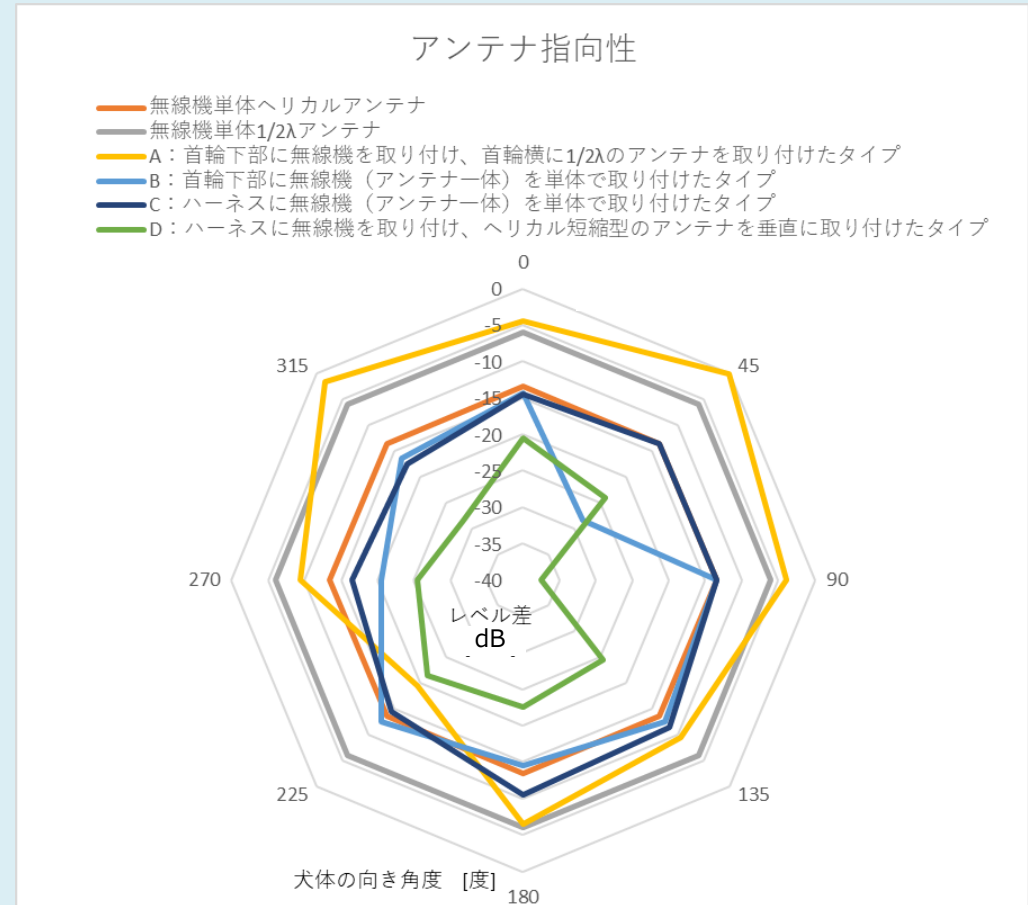
アンテナの指向性は、右図のようになった。

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。



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

観察結果

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。



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。

ドッグマーカとしては、首輪に1/2λ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。

実使用を想定した伝送試験

方法

- 構成は下図の通り。
- 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。
- 狢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。
- 狢犬側(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。
- 狢犬は飼い主の近くで行動するため、狢犬側(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。
- 狢犬は2頭を別方面から狢場に入れ、親1、子2の構成で試験する。



実使用を想定した伝送試験

結果(通信の成功率)

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	%

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	%

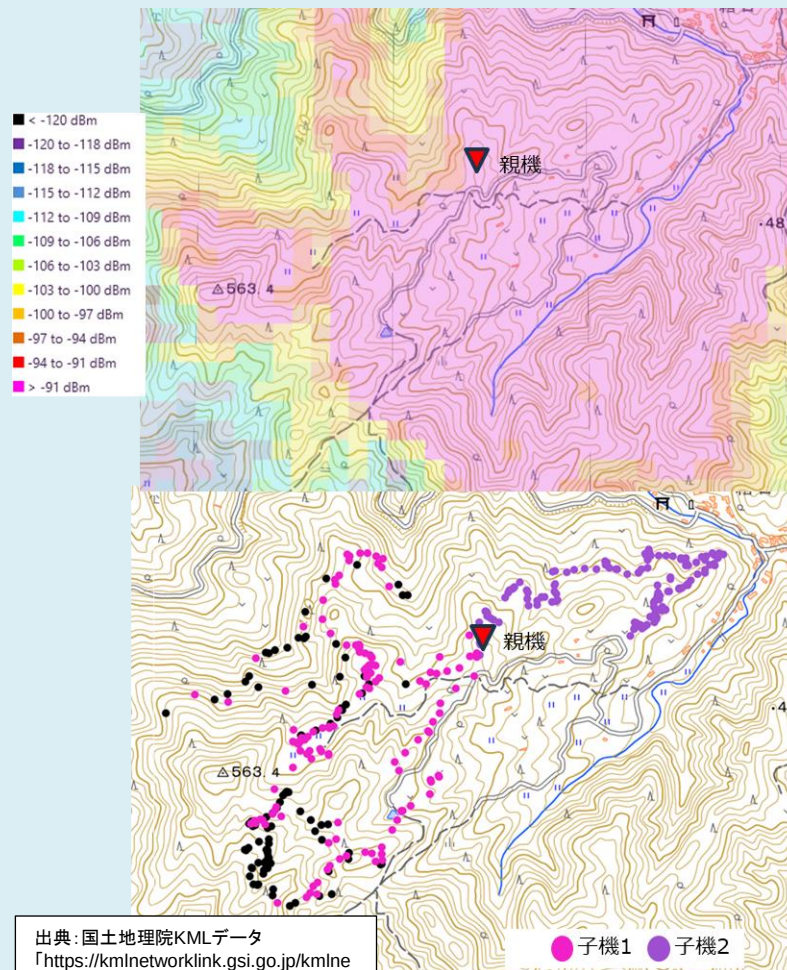
送信不能回数は、子機がGPS位置情報を送信しようとしてできなかった回数を示している。これは、子機1、2ともに30秒に1回、定時的にGPS位置情報を送信する設定としており、そのタイミングで音声連絡が行われていたことによる。その割合は10%程度であった。実際と類似の内容で音声連絡が行われていたことから、実使用においてもこの程度の割合で音声通信が行われると考えられる。音声通話の状況を下表のとおりまとめた。

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

子機1、2の双方合わせて166回の送信が行われた。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、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。

実使用を想定した伝送試験

結果(位置情報)



出典: 国土地理院KMLデータ
「https://kmlnetworklink.gsi.go.jp/kmlnetworklink/kml/gsi_std.kml」を元に、株式会社 JVC ケンウッドが加工しました。

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。

左図上は、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）。

左図下は、子機1、子機2が移動した軌跡である。黒の場所では親機に届かなかったことを示している。

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。

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、実証試験によって利用者の意見から評価できるものとする。

実使用を想定した伝送試験

結果(混信について)

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。親機の場合において、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。

右表は1chの信号入感時間をまとめたものである。

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。

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%

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)



方法

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、ブルートゥースを用いて無線機(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。

試用機材

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、ブルートゥース接続される。
子機は、A～Cの3タイプを用意した。



Aタイプ



Bタイプ



Cタイプ

アンケート結果

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機器を配布
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

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いたいという要望があったが、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。

安定した利得が得られる1/2λタイプのアンテナを採用することが望ましい。

将来製品化する際の仕様、機能について

【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。

アンケート結果

将来製品化する際の仕様、機能について

【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。

【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

アンケート結果

将来製品化する際の仕様、機能について

【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とのことで、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。

従来モデルが持つ主な機能

従来モデルが持つ主な機能を右表に示す。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。

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)	×	

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

技術面からの評価

第3章のとおり、平成22年度調査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。

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。

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1/2λ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。

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

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、従来モデルが持っていた機能が搭載されておらず、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。

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。

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

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する方法も考えられる。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。

提言

下記規則によれば、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、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、下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。

今回の実証試験においても、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。

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。

構成員

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 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 システムエンジニア課 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

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
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