

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

目 次

審議事項	3
委員会及び作業班の構成	3
審議経過	3
審議概要	7
第1章 審議の背景	7
第2章 簡易無線局等に適したデジタル方式の技術的条件	9
2.1 小電力の自営系の無線電話システムの概要と現状	9
2.2 簡易無線局等に適したデジタル方式のモデル	13
2.3 諸外国の動向について	19
2.4 既存無線システムとの周波数共用条件の検討	23
2.5 その他留意すべき事項	27
2.6 簡易無線局等に適したデジタル方式の技術的条件等	30
第3章 無線操縦機器（ラジオコントロール）の高度化方策に関する技術的条件	39
3.1 ラジオコントロールの概要と現状	39
3.2 諸外国のラジオコントロールの状況	46
3.3 2.4GHz帯小電力データ通信を使用するラジオコントロール	48
3.4 VHF帯のラジオコントロール送信機の関連基準と運用制限	52
3.5 ラジオコントロールの技術的条件等について	54
第4章 動物の検知・通報システムの技術的条件	55
4.1 野生動物の概要と現状	55
4.2 動物を検知・通報するための無線システムの利用	61
4.3 検知・通報システムに求められる条件	63
4.4 動物の検知・通報システムの技術的条件	73
第5章 審議結果	80
5.1 簡易無線局等に適したデジタル方式の技術的条件について	80
5.2 無線操縦機器（ラジオコントロール）の高度化方策に関する技術的条件について	80
5.3 動物の検知・通報に必要となる技術的条件について	80

審議事項

小電力無線システム委員会は、情報通信審議会諮問第2009号「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」(平成14年9月30日諮問)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(簡易無線局等に適したデジタル方式の技術的条件、無線操縦機器(ラジオコントロール)の高度化方策に関する技術的条件及び動物の位置把握・検知に必要となる技術的条件)に係る技術的条件」について審議を行った。

委員会及び作業班の構成

委員会の構成については、別表1のとおり。

なお、検討の促進を図るため、本委員会の下に作業班を設けて検討を行った。

作業班の構成については、別表2のとおり。

審議経過

1 委員会

第15回(平成19年8月20日)

小電力を用いる自営系移動通信の利活用・高度化方策の技術的条件の審議の開始及び作業班の設置について審議を行った。

第18回(平成20年1月18日)

小電力無線システム委員会報告(案)について審議を行った。平成20年1月21日から同年2月21日の間、パブリックコメントを招請することとなった。

第19回(平成20年3月10日)

パブリックコメント募集の結果を受けて、小電力無線システム委員会報告(案)について審議を行った。

2 作業班

第1回(平成19年8月20日)

簡易無線局等に適したデジタル方式の技術的条件、無線操縦機器(ラジオコントロール)の高度化方策に関する技術的条件及び動物の位置把握・検知に必要となる技術的条件について審議を行った。

第2回(平成19年12月12日)

小電力を用いる自営系移動通信の利活用・高度化方策の技術的条件(案)(簡易無線局等に適したデジタル方式の技術的条件、無線操縦機器(ラジオコントロール)の高度化方策に関する技術的条件及び動物の位置把握・検知に必要となる技術的条

件)について審議を行った。

第3回(平成20年3月4日)

小電力無線システム報告書(小電力を用いる自営系移動通信の利活用・高度化方策の技術的条件(案))案に係るパブリックコメントの意見に対する考え方について、審議を行った。

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 構成員

氏名	所属	備考
森川 博之	東京大学 国際・産学共同研究センター 教授	主査
小川 博世	(独)情報通信研究機構 新世代ワイヤレス研究センター長	主査代理
阿部 宗男	KDDI(株) 運用統括本部 サービス運用本部 国際サービス運用センター 担当部長	専門委員
伊藤 豊彦	(株)デンソーウェーブ 取締役 専務執行役員 品質保証部長	(H19.1.22 まで)
野尻 忠雄	(株)デンソーウェーブ 執行役員 常務	(H19.1.22 から)
遠藤 信博	日本電気(株) 執行役員 モバイルネットワーク事業本部長	
加治佐 俊一	マイクロソフト(株) 業務執行役員 最高技術責任者	(H19.1.22 まで)
伊藤 ゆみ子	マイクロソフト(株) 執行役 法務・政策企画統括本部長	(H19.1.22 から)
久間 和生	三菱電機(株) 常務執行役 開発本部長	
斉藤 利生	日本電信電話(株) 技術企画部門 電波室長	
坂下 仁	リンテック(株) 情報通信材料部 部長	
高野 健	(株)富士通研究所 フェロー	
千葉 徹	シャープ(株) 取締役 技術本部長	
徳広 清志	(株)NTT ドコモ 執行役員 ネットワーク本部 ネットワーク企画部長	(H19.1.22 から)
所 眞理雄	ソニー(株) 業務執行役員 SVP、技術渉外担当	
丹羽 一夫	(社)日本アマチュア無線連盟 副会長	
野本 俊裕	日本放送協会 放送技術研究所(システム) 部長	
萩原 英二	パナソニックモバイルコミュニケーションズ(株) 常務取締役	
波多野 誠	日本テキサス・インスツルメンツ(株) RFID 製品部 部長	
平野 忠彦	マイティカード(株) 取締役 技術本部長	
本多 美雄	欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会 委員長	
正村 達郎	日本無線(株) 取締役 研究開発本部長	
宮内 瞭一	(財)テレコムエンジニアリングセンター 専務理事	
山口 克己	(株)ニッポン放送 技術局長	(H19.1.22 まで)
山田 敏雄	東京電力(株) 電子通信部長	
弓削 哲也	ソフトバンクテレコム(株) 専務取締役専務執行役員 兼 CTO 研究所長 兼 渉外部担当	
若尾 正義	(社)電波産業会 専務理事	
渡辺 栄一	(株)東芝 経営監査部 経営監査第五担当 参事	

小電力無線システム委員会
 自営系移動通信の利活用・高度化作業班 構成員

氏名	所 属	備考
宮内 瞭一	財団法人テレコムエンジニアリングセンター 専務理事	主任
秋山 武彦	財団法人日本テレコム電波安全協会 専務理事	(H19.10.31 まで)
八木 義男	財団法人日本テレコム電波安全協会 専務理事	(H19.11.1 から)
朝比奈桂司	株式会社スタンダード 新事業開発部 DCR 開発プロジェクトマネージャ	
姉齒 章	社団法人電波産業会 小電力無線局作業班 SWG リーダー 双葉電子工業株式会社 無線機器グループ 技術第2ユニット 技師	
石川 泰志	ヤマハ発動機株式会社 袋井工場 スカイ事業部	
今村 博昭	日本遠隔制御株式会社 常務取締役	
岩井 俊幸	社団法人電波産業会研究開発本部移動通信グループ 主任研究員	(H20.1.1 まで)
難波 秀夫	社団法人電波産業会研究開発本部移動通信グループ 主任研究員	(H20.1.1 から)
加藤 数衛	社団法人全国陸上無線協会 デジタルCR 規格特別部会 作業部会主査 株式会社日立国際電気 通信事業部 技術統括部長	
小林 忍	財団法人日本航空協会 常務理事兼スポーツ室長	
小宮山真康	株式会社サーキットデザイン 技術部部长	
櫻井 稔	アイコム株式会社 ソリューション事業部 次長	
齊藤 司	株式会社ケウツト コミュニケーションズ 事業部 グループ 長	
佐藤 律司	日本無線株式会社 通信機器事業本部E&Iビルディングユニット担当部長	
大黒 一弘	アールコム株式会社 取締役	
高木 雄二	日本テレコム模型工業会 事務局 長	
高橋 克巳	エトワ株式会社 グローバルテレコムソリューション事業部 マネージャ	
竹垣 弘	社団法人全国陸上無線協会 事業部担当部長	
中園 勝久	近藤科学株式会社 常務取締役	
野村 豊	三和電子機器株式会社 開発技術部主幹技師	
羽山 伸一	日本獣医生命科学大学獣医学部 准教授	
藤田 和紀	財団法人日本テレコム電波安全協会 RC 通信システム技術検討委員会 副主査 双葉電子工業株式会社 電子機器事業部 無線機器グループ 技術第一ユニットユニットリーダー	
真壁 志郎	無人ヘリコプター推進協議会 事務局 長 ウインテル株式会社 常務取締役	
村本 邦彦	エターナル無線協会 理事・事務局 長	
守山 栄松	独立行政法人情報通信研究機構 情報通信セキュリティ研究センター インシデント対策グループ サブリーダー & トレーサブルネットワークグループ 主任研究員	
山田 哲	松下電器産業株式会社 ハードウェアシステムソリューションズ社 チームリーダー	

審議概要

第1章 審議の背景

(1) 簡易無線局等に適したデジタル方式の技術的条件

簡易無線局は、導入の容易さから、約63万局と携帯電話に次いで多くのユーザが利用しているが、近年、無線機の小型化を図りつつ品質の良い通信が可能なデジタル変調方式に関する技術開発が進む一方、データ伝送や高所利用等ニーズの多様化等による需要増加やそれに伴う周波数の逼迫が懸念される。

このため、これらのニーズに対応し、将来の需要に十分満足できるよう周波数有効効率を高めるため、簡易無線局に最適なデジタル方式の導入を図るものである。

(2) 無線操縦機器（ラジオコントロール）の高度化方策に関する技術的条件

無線操縦機器（ラジオコントロール）は、昭和30（1955）年頃から車、ボート、飛行機などの模型を無線で操縦する免許が不要のシステムとして普及しているが、これらについては、特に電波の弱いものを除き、送信機の利用場所として屋内の利用又は建築物から500m離すことと定められており、今後の需要増加を障壁となることが懸念されている。

加えて、新たな各種の技術の導入についても、検討が進められている。

このため、他の無線局との影響について検討し、これら電波の利用方法について検討するものである。

(3) 動物の検知・通報に必要となる技術的条件

野生動物による住民への危害や農作物被害が社会問題化となっており、動物と人間の共存が可能な環境管理が必要とされている中、動物の位置・行動を把握し、動物の生態を的確に把握等の方策の一つとして、無線システム（電波発信機）が有効なものとして期待される。

このため、簡便で動物の行動の追跡等の利用が可能な位置把握・通報システムの導入を図るものである。

第2章 簡易無線局等に適したデジタル方式の技術的条件

2.1 小電力の自営系の無線電話システムの概要と現状

2.1.1 小電力の自営系の無線電話システムの概要

(1) 簡易無線局の現状

小電力の自営系の無線電話システムのうち、最も普及しているのが、簡易無線局である。

簡易無線局は、簡易な事務や個人的な用務を行うために開設するものであり、電気通信事業、人命の安全、財産の確保等には該当しない簡易な業務のために利用される無線局とされており、一時、携帯電話の普及に押され、58万局近くまで減少していたが、同報性を活用したグループ通信等の情報の共有化や電話番号等を押さなくても通話できるなどの利便性から見直され、平成18年度末現在では、63万局を超えるところまで回復してきた。一方で、利用者増により、かねてより問題となっていた利用トラヒックの増大があらためて顕著に現れてきており、システム面からの改善が求められてきている。

一般的な業務無線システムでは、これらトラヒック増・チャンネル不足の問題を改善するために、特に周波数利用効率に優れたデジタル・ナロー通信方式が採用され、公共業務用の陸上移動無線システムを中心に導入が進められてきているが、今後は簡易無線にもこの技術導入が期待されている。

これらのデジタル・ナロー通信方式は、平成10年の電気通信技術審議会答申（諮問第94号。以下、「平成10年諮問第94号答申」という。）において、デジタル・ナロー（チャンネル間隔6.25kHz）通信方式の技術的条件としての答申を得て、平成11年から4分のシフトQPSK変調方式等数種類の変調方式が制度化されているが、4値FSK（Frequency Shift Keying）変調方式については、システム構成の簡便性やFM方式との互換性など市場導入に向けた利便性があったにもかかわらず、周波数利用効率が他に比べて低いこと、音声コーデックなどの諸課題があったため、提案されなかった経緯にある。

4値FSK変調方式は、今回、音声中心でハンディ（携帯）タイプの無線機が多く利用されている簡易無線局を中心に同方式を加えることが期待されている。

(2) 簡易無線局のシステム構成

簡易無線局のシステムは、無線通信によるグループ内情報の共用化を行う簡易なシステムであることはアナログ方式であってもデジタル方式であっても同様であり、一般的な構成は、移動型無線局間、又は一定の場所に留まって運用する基地局型無線局と移動型無線局間を基本とした1周波単信方式（単向方式及び同報方式を含む。）のプレス・トーク(Press Talk)方式のシステムである。

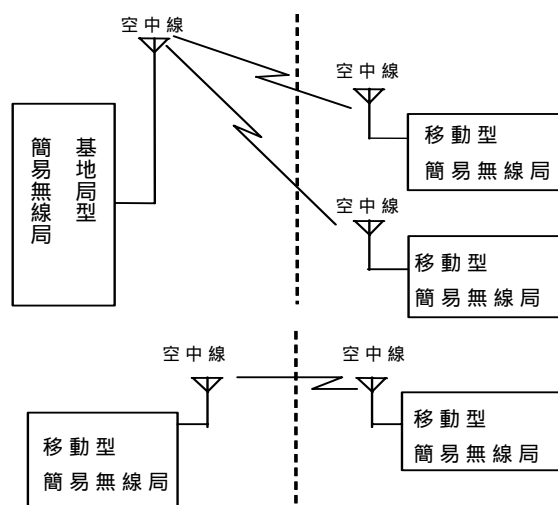


図2.1.1-1 簡易無線局の一般的なシステム基本構成図

2.1.2 利用形態及び普及状況

簡易無線局の機器形態¹としては、車載型と携帯型に大きく分かれ、平成9年までは、車載型（基地局型として使用する場合を含む）が全体の約55%と過半数を占めていたが、次の年に携帯型が59%と逆転して以降、利用形態の主流は、携帯型となっている。表2.1.2-1のとおり、最近では、90%近くまでが携帯型となっており、身につけて持ち運びする運用が中心となっている。

表2.1.2-1 簡易無線の自動識別装置（ATIS）発給数の推移

区分	平成年度	14年度	15年度	16年度	17年度	18年度
150MHz	携帯機	5,043	5,874	4,450	5,078	6,393
	車載機	2,501	3,278	3,726	4,371	2,776
400MHz	携帯機	29,526	38,570	41,480	45,799	51,405
	車載機	4,113	5,484	4,047	4,510	5,077
（小計）		41,183	53,206	53,703	59,758	65,651
350MHz	主に携帯	11,224	12,968	11,109	10,331	8,388
ATIS	総計	52,407	66,173	64,812	70,089	74,039

出展：社団法人全国陸上無線協会

また、簡易無線局の局数は、平成18年度末で、約63万局であるが、関東圏の南関東地区（東京、神奈川、埼玉、千葉各県）が、全体の24%を占めていることから、他の地域に比べて通信しにくい状況となっている。

加えて、簡易無線局は、現在、送信空中線の地上からの高さが30m以下に制限されており、高所での利用が認められておらず、建築物の高層化に伴いこの制限の緩和も求められている。

2.1.3 今後の需要予測と技術動向

簡易無線局は、ここ数年増加傾向にあり、導入の容易さもあって、企業等の社会経済活動を中心とした利用形態に限ってもこの傾向は当分継続されると予想される。

一方で、現在、総務省では、運用者変更（レンタル）制度の創設を検討している。この制度は、登録された無線局を利用して、一定の条件を満足すれば、無線局の利用を登録した人が他人にその登録を受けた無線設備を貸し出すことができる制度であり、一時的な無線利用ニーズに即したものとなっている。

これまでも建築現場、選挙活動、イベントなどの短期あるいは急な用途の対応のための短期利用の要請があったが、このような利用形態であっても、他の一般業務用無線局と同様に、電波法に基づく無線局の開設の手続きが必要であった。

レンタル制度の創設により、貸し出しを行う企業等が事前に無線局の登録をしていれば、これら急な用務の発生した際、レンタル制度によって、必要の都度、入手・利用する機会が与えられることになり、操作性が簡便で無線従事者資格の不要な簡易無線局にあっては、今まで以上により多くの用途でこのシステムが利用されることが期待され、今後の利用がさらに増大されると想定されている。

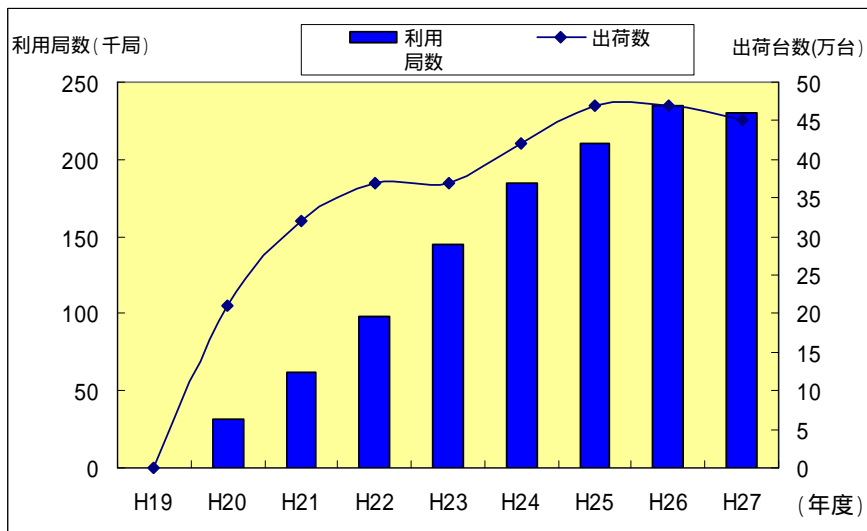


図 2.1.3-1 レンタル需要予測 (社団法人全国陸上無線協会調べ)

レンタル利用に関して、前出の社団法人全国陸上無線協会により現在の簡易無線機を製造している主要メーカ 8 社に対して行われたアンケート調査結果は、参考資料 1 とおりであり、図 2.1.3-1 レンタル需要予測に示すとおり、5 年間で約 20 万台の利用が見込まれている。

最近の簡易無線の局数の動向及び社団法人陸上無線協会の会員向けのアンケートの実施結果等による簡易無線の今後の需要予測は、図 2.1.3-2 のような結果となっている。

今後 10 年間でさらに約 25 万局の増加が見込まれており、内訳としては、業務用途として約 10 万局 (継続して免許制度を希望するものとして約 2 万局、レンタル制度で約 8 万局) のほか、個人のレジャー等の利用により約 15 万局が見込まれ、合計約 90 万局に達すると予測されている。

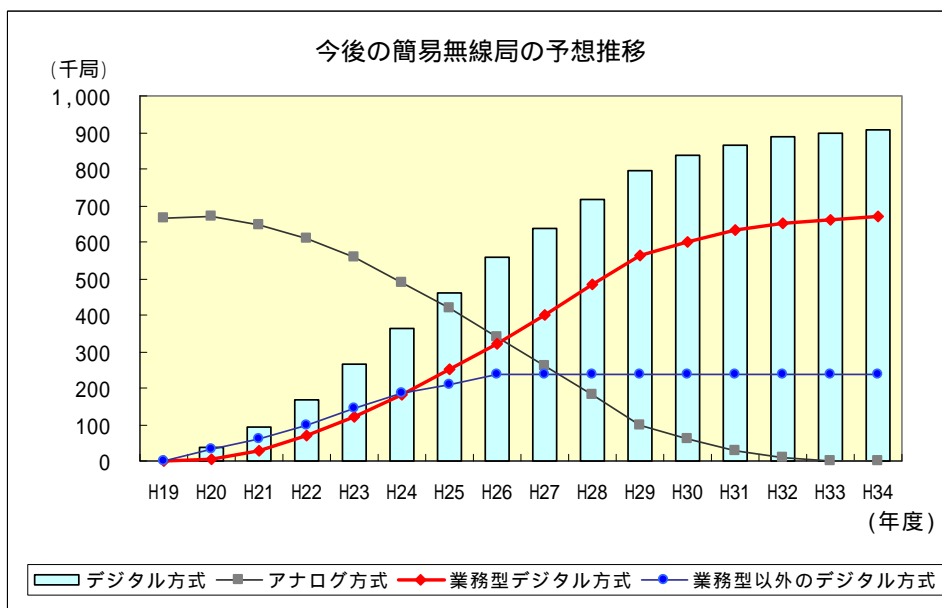


図 2.1.3-2 今後の簡易無線局の推移

一方、現在、個人のレジャー等に利用されているものとしては、同じ簡易無線局の範疇であって、900MHz帯を利用する、いわゆるパーソナル無線局がある。

パーソナル無線局は、昭和58年に制度化され、平成4年には、最大170万局を超えるまで急増したが、現在（平成18年度末）では、約3万局となっている。これは、携帯電話の低料金化や多機能化などの影響を受けて、簡単に個人的コミュニケーションを取る手段が普及してきたことを受けたものと考えられる。

現状、平成9（1997）年には、このシステムを製造するメーカーがすべて撤退しており、それまでに製造された無線設備を利用している状況にあるが、無線機器メーカーに対する問い合わせの状況等を考慮すると、個人のレジャー等の用途において一定の到達距離を有する単信方式の通信システムの需要はなお相当数があるものと考えられる。

パーソナル無線制度の廃止も検討される中、今後、個人ユーザ等が同様な目的・運用形態で利用できる制度環境を整備することが必要と考えられる。

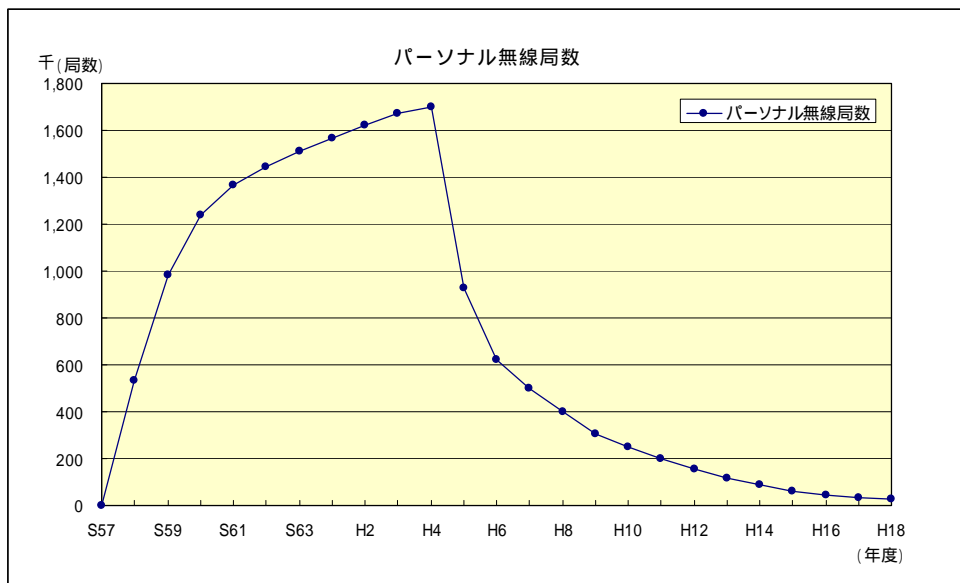


図2.1.3-3 パーソナル無線局の推移

これまでパーソナル無線の多くがレジャー分野で利用されていたことをかんがみると、同様に、レジャー分野での利用も拡大・多様化すると予想されるが、特に、昨今、航空レジャーが普及してきており、パラグライダーなど出発地点と到着地点の距離が長く特定小電力無線局ではカバーできない範囲で利用する分野においての利用も求められており、今後とも増加することが予想されている。

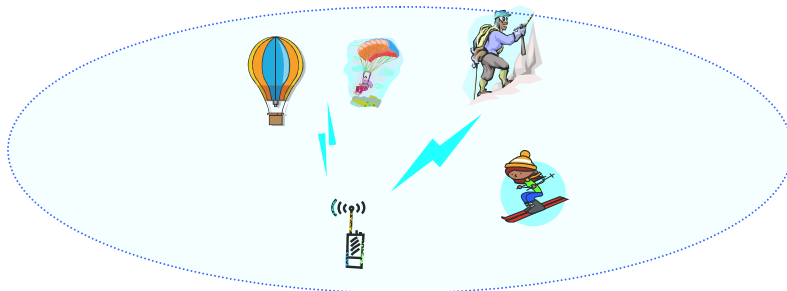


図2.1.3-4 レジャー分野の利用イメージ図

2.2 簡易無線局に適したデジタル方式のモデル

2.1のとおり、自営通信系の特徴的な通信形態や企業等の社会経済活動の円滑、効率化を図るための様々機能要求があるうち、簡易な業務として使用することを前提にした簡易無線局に適するデジタル方式の諸元及び各種性能は参考資料2のとおりであり、その主な概要を次に示す。

2.2.1 4分のシフト4相位相変調方式

本方式は、平成10年諮問第94号答申以降、防災無線、消防無線やタクシー無線など業務用無線など狭帯域デジタル通信方式の自営無線として広く採用されている。

主な特徴は、次のとおりである。

(1) 周波数利用効率及び伝送品質

デジタル・ナロー方式用の4分のシフト4相位相変調方式(以下「 $\pi/4$ シフトQPSK方式」という。)による情報1チャンネルの伝送に必要なチャンネル間隔は6.25kHzであり、12.5kHz間隔のFM変調方式(以下「12.5kHzFM」という。)の2倍のチャンネルの設定が可能である。

この場合の伝送品質に関しては、遅延検波で受信機の雑音指数8dBの場合、ビット誤り率 $BER=1 \times 10^{-2}$ を得るのに必要な受信感度は0dB μ Vであり、ビット誤り率 $BER=3 \times 10^{-2}$ では受信感度-0.5dB μ Vである。

(2) 使用形態

伝送する情報は、符号化音声とデジタル・データ伝送に適している。圧縮率の高い符号化音声を使用することにより、12.5kHzFMにおいて1チャンネルで伝送される2400bps相当のデータ伝送を音声信号と同時に単一チャンネルで伝送することができ、通信方式はSCPC(FDMA)にも適用できる。

(3) その他

$\pi/4$ シフトQPSK方式は、一般業務用無線システムにおいて既に実用化されているが、規格の周波数許容偏差(± 0.9 ppm)を満足するためにデータ伝送の基準局に追従する方式等を採用しており、簡易無線局のように移動する無線局のみで利用するためには、高安定な小型かつ低廉な水晶発振器(VCTCXO)の実現に向けた技術開発が必要である。

表2.2.1-1 方式諸元概要($\pi/4$ シフトQPSK方式)
(チャンネル間隔6.25kHzの例)

		$\pi/4$ シフトQPSK方式	備考
方式概要	チャンネル間隔	6.25 kHz	=0.2の場合
	総伝送速度 (チャンネル・データ速度)	9.6 kbps	
	無線伝送帯域	5.76 kHz	
周波数 利用効率	音声伝送 (データ伝送)	6.4 kbps	
	データ信号伝送	1.55 bps/Hz (=9.6/6.25)	
伝送品質	$BER=1 \times 10^{-2}$		ドップラー周波

	・遅延検波の例 雑音指数 8.0 dB の場合 受信感度は +5.2 dB μ V 総伝送速度 9.6 kbps BER=3 \times 10 ⁻² ・遅延検波の例 雑音指数 8.0 dB の場合 受信感度は -0.5 dB μ V 総伝送速度 9.6 kbps		数 20Hz、レイリー・フェージングにおける計算機シミュレーション値
使用形態 適正	伝送可能な情報	音声(音声コーデックを使用) デジタル・データ	
	通信方式	SCPC (FDMA)	
送受信機コスト(相対値)		約 1.2~1.5 倍	基準：12.5kHzFM

2.2.2 実数零点単側波帯変調方式

本方式は、アナログとデジタル情報信号が伝送できる純国産のハイブリッド狭帯域移動通信方式であり、明瞭でかつ話者認識が容易にできる音声品質が得られること、遅延時間が小さいこと、FM方式と同様に電界強度が下がるに従って穏やかに品質劣化することなどから、160MHz帯の放送事業者用連絡無線に採用され、平成26年5月31日までに、現行のFM方式から移行することとなっている。

主な特徴は次のとおりである。

(1) 周波数利用効率及び伝送品質

実数零点単側波帯変調方式(以下「RZ SSB方式」という。)による情報1チャンネルの伝送に必要なチャンネル間隔は、平成10年諮問第94号答申のとおり、6.25kHzであり、12.5kHzFMの2倍のチャンネル設定が可能となる。

また、伝送品質については、トーン信号を用いて評価するSINAD特性では、12.5kHzFMと同等以上である。9.6kbps/16QAMのデータ伝送品質については、平均ビット誤り率BER=3 \times 10⁻²を得るために必要な受信電界強度は20Hzレイリー・フェージング下では2.5dB μ Vである。

(2) 使用形態

RZ SSB方式の情報信号帯域は、電話の情報信号帯域と同等な帯域が確保されているので、電話回線による様々なサービス(音声、データ、静止画等)を高速移動中でも対応可能である。アナログ音声を利用する場合には、音声コーデックは不要であるので、音声コーデックの相互接続性を考慮しなくてもよい利点がある。また、データ伝送するためには、音声帯域モデムを利用する。

通信方式はSCPC(FDMA)やTDDにも適用できる。

(3) その他

RZ SSB方式は、移動無線伝搬路で用いるにあたっては、フェージング対策が重要な点であったので、振幅歪みの除去、位相項のランダムFM雑音の除去を行い、フェージングの生じている中でも各種情報信号(音声帯域モデム信号、JPEG信号やファクシミリ画信号等)を高品質で送受信できるようになっている。

表 2.2.2-1 方式諸元概要(RZ SSB方式) (チャンネル間隔 6.25kHz の例)

		RZ SSB方式	備考
方式概要	チャンネル間隔	6.25 kHz	
	情報信号帯域	300Hz ~ 3.4kHz	
	総伝送速度 (チャンネル・データ速度)	19.2kbps	
	無線伝送帯域	3.4kHz	
周波数 利用効率	音声伝送	電話音声/チャンネル	
	データ信号伝送	3.072bps/Hz (=19.2kbps/6.25kHz)	
伝送品質	音声系 (SINAD=12dB) ・熱雑音下: -7.8dB μ V ・20Hz レイリー・フェージング: -5.0dB μ V デジタル系 (BER=3 \times 10 ⁻² /9.6kbps-16QAM) ・熱雑音下: -3.1dB μ V ・20Hz レイリー・フェージング: 2.5dB μ V		注 1 受信機の雑音指数は 8dB 注 2 受信機には 2 ブランチ空間ダイバーシチ(等利得合成)が具備されているので、熱雑音下でも 3dB の利得を確保
使用形態 適正	伝送可能な情報	音声(アナログ、秘話音声(音声コーデックと音声帯域モデムを利用)) データ伝送等	
	通信方式	SCPC(FDMA)、TDD	
送受信機コスト(相対値)		1.0~1.5	基準: 12.5kHzFM

2.2.3 4値周波数偏位変調方式

本方式は、APCO(The Association of Public-Safety Communications Officials International)-Project 25(北米)、ETSI(European Telecommunications Standards Institute)-Digital Mobile Radio(欧州)、高度無線呼出システム(ARIB 標準規格 RCR STD-T43: 海外では FLEX 方式)などに広く採用されている。

主な特徴は次のとおりである。

(1) 周波数利用効率及び伝送品質

2.2.1(1)と同様に、4値周波数偏位変調方式(以下「4値FSK方式」という。)による情報1チャンネルの伝送に必要なチャンネル間隔は 6.25kHz であり、12.5kHz FM の 2 倍のチャンネル設定が可能となる。

伝送品質に関しては、受信機の雑音指数 8.0dB の場合、フェージング時において符号誤り率 BER = 1 \times 10⁻² を得るのに必要な受信機入力電圧は +3.9dB μ V、BER = 3 \times 10⁻² では、-1.2dB μ V である(固定劣化を含まないシミュレーション値)。

(2) 使用形態

伝送する情報は、符号化音声及びデジタル・データを可能とするが、4値FSK方式は、周波数変調の一種であるため、変調波の包絡線は一定となり、出力電力増幅器に電力効率の良い飽和形(C級)を使用することで、携帯型の無線機に適している。また、通信方式はSCPC(FDMA)にも適用できる。

(3) その他

4値FSK方式は、他の変調方式に比べてチャンネルあたりの総伝送速度が低いため、これまで狭帯域(6.25kHz 間隔)で音声コーデックの信号などの伝送が困難であったが、低ビットレートでも必要な音声を伝送できる半導体技術等により、低廉に導入が可能となった。

表2.2.3-1 方式諸元概要(4値FSK方式) (チャンネル間隔6.25kHzの例)

		4値FSK方式	備考
方式概要	チャンネル間隔	6.25kHz	
	総伝送速度 (チャンネル・データ速度)	4.8kbps	
	無線伝送帯域	4.0kHz	
周波数 利用効率	音声伝送 (データ伝送)	3.6kbps	
	データ信号伝送	0.768bps/Hz (=4.8/6.25)	
伝送品質	BER= 1×10^{-2} 雑音指数 8.0dB の場合 受信感度は +3.9 dB μ V BER= 3×10^{-2} 雑音指数 8.0dB の場合 受信感度は -1.2dB μ V		ドップラー周波数 20Hz、レイリー・フェージングにおける計算機シミュレーション値
使用形態 適正	伝送可能な情報	音声(音声コーデックを使用) デジタル・データ	
	通信方式	SCPC (FDMA)	
送受信機コスト(相対値)		約 1.1~1.3 倍	基準: 12.5kHzFM

2.2.4 考察

以上の変調システムは、今後、次のような利用形態が想定される。

1/4シフトQPSK方式は、狭帯域で比較的高レート(9.6kbps)の伝送が可能であり、簡便に設置し、特定の地点間で、静止画像やセンサーデータの配信などの利用形態に適している。

RZSSB方式は、他に比べて送信から受信までの遅延が小さく、かつ電話の情報信号帯域と同等な帯域が確保されことから、電話回線と同様な様々なサービス(音声、データ、静止画等)を高速移動中でも対応可能であり、一般業務用無線や放送連絡用無線などの用途に適している。

4値FSK方式は、低レートの伝送となるが、音声情報を中心にし、機器の小型化に有利なC級増幅器が可能な変調方式であり、携帯型の利用が主流となっている警備やイベントなどの連絡用に適している。

したがって、これまでも簡易無線局は複数の変調方式で利用可能であったが、これらの利用形態に適した3方式については、継続してそれぞれの方式が選択できるようにしておくことが望ましい。

一方で、前述の3方式のほかに、オフセットQPSK(オフセット直交振幅変調)、16QAM(16値直交振幅変調)、M16QAM(マルチサブキャリア16値直交振幅変調)も実現が可能であるが、簡便な音声通信やデータ伝送が一般的な利用である簡易無線局に

は馴染まず、今後とも、需要がないと予想される。したがって、2.2.1から2.2.3まで以外の変調方式は、簡易無線局のシステムからは除くことが適当である。ただし、一般業務用無線局に関しては、引き続き、多様な変調方式の利用が想定される。

2.2.5 一般業務用無線への適用モデル

簡易無線局においては、現時点では、今回検討した3方式以外の方式モデルは想定し難いが、デジタル化により新たに通話秘匿性能やデータ通信機能が強化され、従来のアナログ無線方式に比べ機能向上していることを受け、今まで簡易無線局では取り込めなかった新たな需要を取り込むことが可能となり、更なる利用拡大・市場拡大が期待される。

特に、4値FSK方式は、従来のアナログFM変調方式と主な回路を共通化することが可能なためアナログ・デジタルのデュアル・モード無線機を比較的安価で提供できると言われており、従来のアナログ・システムからデジタル・システムへの移行がより円滑に進み、アナログ簡易無線のデジタル化が加速されることが期待される。

このような優位性は、簡易無線にとどまらず一般業務用無線のデジタル化に対しても寄与することが可能なことから、現在、一般業務用無線で既に実用化されている / 4シフトQPSK方式やRZSSB方式と同様に4値FSK方式の一般業務用無線への適用も視野に入れる必要があると考える。

今後、一般業務用無線でも、より高いユーザー・トラフィックへの対応、緊急通信、音声秘話コード化、動態管理、データ通信と音声通信の共用等のより高度なアプリケーションが要求される場合が想定される。このような場合においても、例えば、 / 4シフトQPSK方式に比して、1 / 2の周波数利用効率にあるが、4値FSK方式はその能力を十分に発揮できると考えられる。

さらに、特に通信量が多く複数チャンネルを必要とする一般業務用無線ユーザに対して、2.3で示す欧州で導入されてきているような既存の12.5kHz FMと同一の12.5kHzのチャンネル間隔で、 / 4シフトQPSK方式と同様に、時分割多重により2スロットに分割で1キャリアあたり2チャンネルが確保できる4値FSK方式などの通信方式の利用も期待されている。

2.2.6 簡易無線の相互通信性に対する配慮

これまでの検討のように、簡易無線局においては、複数の変調方式が提案されている。また、今後、音声コーデックや新たな利用法に必要な付加的制御情報など多様な装置が開発される可能性がある。

一方、必ずしもこのような多様性に関する知識のある者のみが利用するものではなく、購入した無線機の相互通信性に関して問題が生じる可能性があるほか、特にレジャー用については、購入当初予定していなかった不特定多数の相手との通信の要望もあると考えられる。

このため、簡易無線局にあっては、電波法令に定められない事項について、民間標準機関等により、同一規格で異なるメーカーの製品を利用した無線局相互間であっても、出来るだけ多くの相手と通信が可能となるよう、利用者の利便性を主眼として標準規格を制定するとともに、当該標準規格のいずれの規格に合致しているか、又は合致していないことに

ついて消費者・利用者が容易に識別できるように、無線機本体及び販売パッケージ等に見やすい表示がなされることが期待される。

また、4値FSK方式を利用する場合、既存のアナログ方式と相互に利用できる無線機となる可能性があるが、双方が利用できる場合、将来的に、アナログ方式の周波数を停波する場合、不法な無線局が発生しやすい環境となる。双方が利用できる方式においては、将来のアナログ用の周波数の停波に係る一定の技術的方策や免許等の条件を付与するなど、今後ともクリーンな電波環境を保つため、行政や通信業界が一体となってこれらの問題に取り組むことが期待される。

2.3 諸外国の動向について

2.2で、簡易無線局に適したデジタル無線システムを述べたが、諸外国の動向については、表2.3.1-1「各システムの諸元」であり、その概要は次のとおりである。

2.3.1 諸外国の利用状況

業務用移動通信のデジタル化は、1995（平成7）年のITU-R SG-8 WP8Aにおいて、陸上移動デジタル通信システムの高効率化が報告された後、各種デジタル無線方式により加速された。デジタル・ナロー化方式の検討を行った平成10年諮問第94号答申以降、150MHz帯、400MHz帯を中心として欧州で新たにDMR（Digital Mobile Radio：デジタル移動無線）が規格化、実用化されている。さらに、従来の方式においても様々な拡張性が検討されてきており、現在、次の5方式が移動体デジタル通信として存在している。

（1）TETRAシステムについて

本システムは、ETSIで標準化された25kHz4多重TDMA方式のデジタル無線通信システムで、欧州及びアジア、アフリカ、中東、南米地域を中心とした多くの国で警察、消防、防災等の公共安全業務に用いられている無線通信システムである。

現在、世界94カ国で約100万台の端末が稼動し、システム内の機器互換性を確保するための活動は、TETRA MoUを中心に行われている。

一方、ユーザー・ニーズの多様化や変化に対応するため1999（平成11）年より、次のサービス内容を盛り込んだ第二世代の拡張システムの検討が始まり、その結果、2005（平成17）年にETSIでの標準規格の改版が行われた。現在システム実用化に向けた周波数配置の見直等の準備作業が行われている。

ア システムモードでのサービス・エリアの拡張（主に航空機やヘリコプターと地上との長距離通信を確保するため）

イ 可変マルチレート・コーデック（AMR（Adaptive Multi-Rate））の採用

ウ MELP（Mixed Excitation Linear Prediction）コーデックの採用（NATOでの軍用利用のため）

エ データ・サービスの高速化（適応変調方式により伝送速度38kbpsから691kbpsまで対応）

（2）APCO Project 25システムについて

本規格は、APCO（Association of Public safety Communications Officials コーデック信協会）の承認のもとに、TIA（Telecommunications Industry Association：電気通信工業会）が標準化した12.5kHzFDMA方式のデジタル無線通信システムで、北米を中心に警察、消防等の公共安全業務用に用いられている無線通信システムである。

一方、周波数利用コーデックのため第二世代のシステムが検討されており、6.25kHzのFDMA方式も検討されたが、現在はAPCO標準規格として12.5kHz2多重TDMA方式が決定され、又音声コーデックとして第一世代のシステムとの互換性を確保したIMBEデュアル・レート・コーデックが採用された。

(3) iDEN システムについて

本規格は 25kHz 6 多重 TDMA 方式のデジタル無線通信システムで、携帯電話と業務用無線の中間に位置付けられ、北米、南米及びアジアを中心に通信事業者が運用する共用型の無線通信システム及び自営システムとして用いられ、2007(平成17)年3月現在で、世界25カ国で約2,600万台の端末が稼働している。日本では類似した方式が1.5GHz帯のデジタルMCA方式として採用されている。

(4) DMR Tier 1 (D-PMR) システムについて

本システムは、ETSIで標準化された6.25kHzの免許を必要としないピア・ツー・ピア(移動端末間)のデジタル無線通信方式で、欧州を中心とした多くの国で音声及びデータの伝送用として主に簡易な業務に導入されたところである。諸元は、今回提案の簡易デジタル・モデルに類似している。

(5) DMR Tier 2 システムについて

本システムは、ETSIで標準化された12.5kHz TDMA方式の免許を必要とするデジタル無線通信方式で、欧州、北米及び南米を中心とした多くの国で使用され音声及びデータの伝送用として主に一般業務に導入されたところである。

表2.3.1-1 各システムの諸元(2007.12現在)

項目		欧州・アフリカ			北米・南米			アジア・オセアニア	
標準規格		ETSI EN300 392	ETSI TS102 361	ETSI TS102 490	TIA TSB102	ETSI TS102 361	特に無し	ETSI EN300 392	TIA TSB102
システム名称		TETRA	DMR Tier2	DMR Tier1	APCO P25	DMR Tier2	iDEN	TETRA	APCO P25
主な用途		公共業務	一般業務	簡易業務	公共業務	一般業務	簡易業務	公共業務	公共業務
周波数帯	上り	380-390MHz 410-420MHz 806-825MHz	150MHz帯 400MHz帯	149MHz 446MHz	150MHz帯 400MHz帯 806-825MHz	150MHz帯 400MHz帯	806-821MHz 896-901MHz	380-390MHz 410-420MHz 806-825MHz	150MHz帯 400MHz帯 806-825MHz
	下り	390-400MHz 420-430MHz 851-870MHz	150MHz帯 400MHz帯	149MHz 446MHz	150MHz帯 400MHz帯 851-870MHz	150MHz帯 400MHz帯	851-866MHz 935-941MHz	390-400MHz 420-430MHz 851-870MHz	150MHz帯 400MHz帯 851-870MHz
	間隔	10MHz 45MHz(800)	規定無し	-	規定無し 45MHz(800)	規定なし	45MHz(800) 39MHz(900)	10MHz 45MHz(800)	規定なし 45MHz(800)
チャンネル間隔		25kHz	12.5kHz	6.25kHz	12.5kHz	12.5kHz	25kHz	25kHz	12.5kHz
変調方式		/4/7トQPSK	4値FSK	4値FSK	4値FSK (C4FM)	4値FSK	M16QAM	/4/7トQPSK	4値FSK (C4FM)
多重数		4	2	1	1	2	6	4	1
伝送速度		36kbps	9.6kbps	4.8kbps	9.6kbps	9.6kbps	64kbps	36kbps	9.6kbps
アクセス方式		TDMA	TDMA	SCPC	SCPC/FDMA	TDMA	TDMA	TDMA	SCPC/FDMA
音声符号化方式		ACELP	AMBE++	AMBE++	IMBE	AMBE++	VSELP AMBE++	ACELP	IMBE

2.3.2 諸外国の技術基準

平成10年諮問第94号答申以降に実用化された DMR Tier 1 システム及び DMR Tier 2 システムの E T S I の技術基準について示す。

(1) DMR Tier 1 (D-PMR) システムについて

本システムは、E T S I で TS102 490 にて 6.25kHz S C P C 方式のデジタル移動無線として標準規格化されている。通信プロトコル及び無線部の仕様について規格化されているが、音声コーデックに関する規定はない。無線部の主な規格は次のとおりである。

周波数範囲	VHF: 149.01875MHz から 149.11875MHz UHF: 446.1MHz から 446.2MHz
チャンネル間隔	6.25KHz
変調方式	4 値 FSK 方式
伝送速度	4,800bps
伝送データ・クロック精度	±2ppm 以下
隣接チャンネル選択度	車載型 50dB 以上/携帯型 40dB 以上(参照規格 EN166 113-1)
相互変調特性	妨害波 71dB μ V 以下 (参照規格 EN301166-1)
送信出力	ERP(実効輻射電力) 500mW 以下
隣接チャンネル漏えい電力	55dB 以下(参照規格 EN301166-1)
周波数偏差	625Hz 以下
周波数偏位	表 2.3.2 - 1 のとおり

表 2.3.2 - 1 周波数偏位 (DMR Tier 1 (D-PMR))

情報ビット		シンボル	周波数偏位
Bit 1	Bit 0		
0	1	+ 3	+ 1 0 5 0 H z
0	0	+ 1	+ 3 5 0 H z
1	0	- 1	- 3 5 0 H z
1	1	- 3	- 1 0 5 0 H z

(2) DMR Tier 2 システムについて

本システムは、E T S I で TS102 361-1-3 に 12.5kHz 2 多重 TDMA 方式のデジタル移動無線として標準規格化されている。通信プロトコルの仕様について規格化されているが、音声コーデックに関する規定は無い。無線部の主な規格は次のとおりである。

周波数範囲	30MHz ~ 1GHz
チャンネル間隔	12.5KHz
変調方式	4 値 FSK 方式
伝送速度	9,600bps

伝送データ・クロック精度	±2ppm 以下
隣接チャネル選択度	車載型 50dB 以上/携帯型 50dB 以上(参照規格 EN300 113-1)
相互変調特性	基地局 70dB 以下/移動局 65dB 以下(参照規格 EN300 113-1)
送信出力	規定なし
隣接チャネル漏えい電力	60dB 以下(参照規格 EN300 113-1)
周波数偏差	基地局 VHF ±2ppm 以下 UHF ±1ppm 以下 移動局 VHF ±1.5ppm 以下 UHF ±1.5ppm 以下
周波数偏位	表 2 . 3 . 2 - 2 のとおり

表 2 . 3 . 2 - 2 周波数偏位 (DMR Tier 2)

情報ビット		シンボル	周波数偏位
Bit 1	Bit 0		
0	1	+ 3	+ 1 9 4 4 H z
0	0	+ 1	+ 6 4 8 H z
1	0	- 1	- 6 4 8 H z
1	1	- 3	- 1 9 4 4 H z

2.4 既存無線システムとの周波数共用条件の検討

これまで、一般業務用無線局のみならず、簡易無線局においても、利用する周波数帯としては、山間部や比較的広いエリアでの業務であれば150MHz帯、都市部や小規模の業務範囲であれば350MHz帯や400MHz帯が主に使用されてきている。これらの周波数帯は、一般業務用無線、公共業務、放送事業用など幅広い分野の移動通信システムとして利用していることから、次に示す観点で周波数共用の検討を行った。

2.4.1 業務用アナログを含むデジタル・システムに関する周波数共用検討

本節で検討する主たる検討課題は、各種デジタル・システム相互間の周波数共用及びデジタルとアナログとの周波数共用であり、参考資料3のとおり検討を行った。その結果の概要については、次のとおりである。その対象とした無線システムについては、参考資料3表3-1である。

(1) 同一チャンネル周波数共用条件

平成10年諮問第94号答申の検討結果に、4値FSK方式を新たに加えてまとめた同一チャンネル周波数共用特性は参考資料3表3-2である。

同一チャンネルにおいては、他の無線局が通信をしていない場合において通信を行うことが原則であるが、同時に通信を行うことを想定し、フェージングなしの条件で、限界音声品質(メリット2~3)を確保するとすれば、同一チャンネル妨害波との間で、表中のD/Uを満足することでチャンネルの共用は可能となる。また、初歩的な運用の問題や、マイク・コードの破損等による無用のチャンネル占有を防ぐため、送信機には無線局運用規則に定める最大運用時間5分の連続送信を行った場合には、一旦停波する機能を搭載することが望まれる。

(2) 隣接周波数共用条件

ア 前提条件

無線設備規則(以下「設備規則」という。)第54条(簡易無線局の無線設備)第2項のRZSSB方式や同条第3項の狭帯域デジタル通信方式を利用する簡易無線局のうち、チャンネル間隔6.25kHzの場合、隣接チャンネル漏えい電力は、搬送波電力より45dB以上低い値と定められており、また、同規則別表第1号において、周波数の許容偏差は $\pm 1.5\text{ppm}$ と規定されている。さらに、平成10年諮問第94号答申で検討した手法を踏襲すると、隣接チャンネルと共用するためのD/U=-30dB、周波数の許容偏差は、 $\pm 1.5\text{ppm}$ となる。

イ 検討の結果

参考資料3表3-14から、RZSSB方式及び4値FSK方式は、平成10年諮問第94号答申によるデジタル・ナロー方式簡易無線局の周波数許容偏差の数値($\pm 1.5\text{ppm}$)を満足することで、同一帯域内に6.25kHz間隔のチャンネル配置で異種方式間の共用は可能となる。

一方、参考資料3表3-15から分るように、 $\pi/4$ シフトQPSK方式は、設備規則第54条第3項(D/U=-30dBと $\pm 1.5\text{ppm}$)に従って運用した場合、隣接チャンネルへの妨害をこの水準にとどめることは困難であるが、同方式は、簡便なデータ伝送システムとして、地域の産業活性化・支援や環境対策の一翼として期待もされている。このため、想定される一般的なアプリケーションをかんがみ、データ伝送の基準局のような無線局の無線設備に高い周波数安定度を有する基準発振器を具備し、他の無線局はその周波数を追従することで、より小さな周波数偏差を担保できる手法が考えられ、その方策は既に一般業務用無

線システムでも取られていることから、簡易無線局のシステムにも具体的な導入が考えられる。

この考え方に基づき、一般の業務用狭帯域デジタル通信方式で定められている周波数の偏差 $\pm 0.9\text{ppm}$ の条件で再検討すると、参考資料 3 表 3 - 6 から、二乗平均平方根補正値を加えた隣接周波数共用条件を満たすオフセット周波数は、 $6.2(=5.6+0.60)\text{kHz}$ となるので、チャンネル間隔 6.25kHz の中で運用できることとなる。

よって、 QPSK 方式に関しては、現行規定を改正し、周波数の偏差 $\pm 0.9\text{ppm}$ とすることが必要である。

なお、4値FSK方式の一般業務無線への適用を想定する場合においては、周波数の許容偏差は、他の方式と同様に、 $\pm 0.9\text{ppm}$ とすることが必要である。

また、すべての方式の周波数の許容偏差を $\pm 0.9\text{ppm}$ とする考え方もあるが、現状では、小型で低価格な水晶発振器の実現性及び経済性を勘案した場合、周波数温度特性及び経年変化等を含めた水晶発振器 (VC-TXO) の周波数変動は、実現が困難であることから、すべての方式の周波数の許容偏差を $\pm 0.9\text{ppm}$ とすることは望ましくない。

したがって、簡易無線局が利用する周波数帯域を割り当てるにあたっては、簡易無線局と他の業務の周波数配置を考慮して、一定のガード・バンドを設けることが望ましい。

図 2.4.1-1 に、デジタル通信方式の簡易無線局と、他業務の無線システムとの境界においてガード・バンドを設けた場合の例を示す。この図は、デジタル通信方式の簡易無線局と既存の一般業務無線が連続して 6.25kHz 間隔でチャンネルを配置し、境界上のチャンネルをガード・バンドとすることで、異システム間では 12.5kHz 間隔となる場合を示す。両システムを通じて連続して 6.25kHz 間隔で配置するような必要がない場合には、デジタル通信方式の簡易無線局のチャンネル配置に 3.125kHz のオフセットを設定することで、異システムとの間では 9.375kHz 間隔としても支障ない。

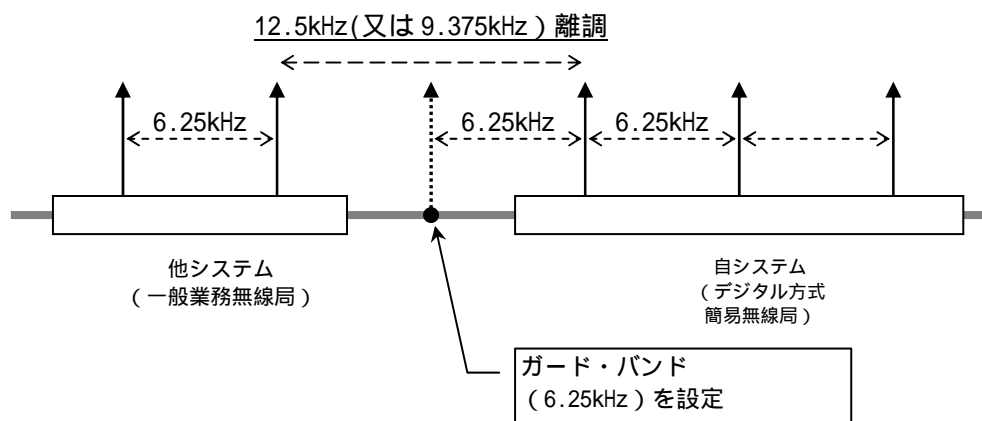


図 2.4.1-1 デジタル簡易無線における周波数配置の考え方

なお、今回の検討にあたり、平成 10 年諮問第 9 4 号答申に基づき、簡易無線局にあつては、 $D/U = -30\text{dB}$ の通話品質として検討しているが、その場合、 $SIR(SINAD=12\text{dB})=12\text{dB}$ 、あるいは $CIR(BER=1\%)=12\text{dB}$ となることから、メリットは 2 ~ 3 に相当する。

よって、より明瞭なメリット 4 以上を確保するには、隣接チャンネル漏えい電力を、現行の設備規則で規定している基準の値より大きく搬送波から 45dB を超える水準で低減して製造することが望まれる。ただし、 $D/U = -30\text{dB}$ の場合には、U波の無線機は、D波を受

信中の無線機に $D/U = -30\text{dB}$ となる距離までしか近づくとできないことと同等であって、 D 波を受信中の無線機の近傍から $D/U = -30\text{dB}$ を満たすように U 波の無線機が排除されるということは、例えば $D/U = -40\text{dB}$ まで許容される場合に比べてサービス・エリア内に共存可能な無線機の数が少なくなることを意味しており、このため、隣接チャネル漏れい電力をより低い水準に押さえることは、全体の通信品質の向上や共存可能な無線機数の増大につながるものである。

(3) その他の干渉に対する考察

ア 受信障害対策

無線局が電波を発射することで、比較的周波数の離れた他の無線局へも感度抑圧を与える場合がある。この発生メカニズムは、受信機の高周波増幅段への影響にある。今後、簡易無線を発端にデジタル移動無線システムがより普及するにあたり、簡易無線局以外のシステムでは、デジタルのメリットを活かすため常時発射方式の無線局が増え、簡易無線局に継続的な感度抑圧を与える可能性がある。

そこで、今後のデジタル方式の簡易無線局では、強いレベルの妨害波に起因する感度抑圧に対しては、受信機の高周波部に用いる帯域制限フィルタの選択度を向上させると共に高周波部と中間周波部との利得配分を見直して、妨害波耐力を高める等の方法を採用することが必要であると考えられる。

イ アナログ波とデジタル波の混在

周波数の有効利用方策として、現行のアナログ方式の周波数と同一帯域で利用して、デジタル方式の周波数の割当を行うことも考えられるが、これまでの結果のとおり、十分な離隔を保つ必要がある。特に、アナログ方式のチャンネル間隔 12.5kHz にデジタル方式の2波を配置すると、同一チャンネルの受信に関しては、受信レベルなどを簡便に他の無線局の運用が把握できるが、一部の帯域重複となる場合、アナログ側で受信ノイズのレベルによっては、通信可能と判断した電波の発射が、デジタル方式側に通信断となるなどの影響を与える可能性が高いことから、アナログ方式が利用する周波数と共存している間は、デジタル方式であっても、 12.5kHz 間隔とすることが望ましい。

2.4.2 その他共用のための留意事項

(1) APC (自動送信電力制御) の必要性

既存の一般業務用無線の $\text{N} / 4$ シフト QPSK 方式等の狭帯域デジタル通信方式の無線局と今回のデジタル方式の簡易無線局との近接した周波数での共用条件を考えるにあたり、既存のシステムのように基地局を有するシステムにおいては、移動局の送信電力制御を制御することにより、次隣接チャネル以遠を含む近傍のチャンネルの漏れい電力による干渉等を軽減する効果がある。今後、デジタル方式が主流となることをかんがみ、このような基地・移動型のシステムについては、本機能を標準的に設けることが必要と考えられる。

加えて、データ伝送の基準局を設けることが想定されるデジタル方式の簡易無線のアプリケーション事例として、端末局については、自システムの基準局の受信入力電圧を受信・識別して、一定の送信出力制御をすることも着想できる。また、今回導入予定の4値FSK方式においても同様と考えられ、一般業務用など基地・移動型システムであれば、導入することが望まれる。詳細な考え方については、参考資料5に示す。

(2) キャリアセンス機能の考察

簡易無線局においては、今後、レンタル制度を活用した利用が想定されることから、こ

のような場合においては、簡便に相互間の無線局同士が干渉を与えないよう回避することを目的として、発射する電波を事前にモニタリングする機能（キャリアセンス機能）を備え付けることが望ましい。

その機能に関しては、参考資料4のとおり検討を行った結果、基本となる長区間のキャリアセンスレベルを基準感度の0 dB μ Vとすると、考察から、場所率95%でキャリアセンスを実施するには、無線機入力端でキャリアセンスレベルを7 μ V以下とするのが望ましい。

なお、フェージング等を想定しつつ、感度の限界のレベルで通話することを仮定して算定したサービス・エリアは約5 km程度となるが、当該キャリアセンスを利用するのみ混信を回避すると仮定した場合、D/Uも考慮した通信可能範囲は、約1 km程度となり、その距離以下の場合であれば干渉波を受けつつも通信が可能となる。

しかし、キャリアセンス機能を有する簡易無線局は、レンタル制度やレジャー分野等で利用されるものであり、これを前提に想定される利用形態や、チャンネル変更の自由があること等を踏まえると、少なくとも上記の距離が確保されることで運用上特段支障を来すことはなく、知識のない利用者による他の局の至近距離での不用意な送信を避ける効果が期待できるほか、同等の機能を持つ特定小電力無線における適用実績等から、混信回避の上で効果的であるものと考えられる。

（3） 高所及び上空での利用

これまで、アナログ方式の簡易無線局については、他の簡易無線局との共用をかんがみ、地上高30 m以下で利用することとなっていた。一方で、近年、建築物が高層となり、高所での利用の要望が寄せられている。また、レジャー分野においても、スカイ・スポーツなどで山頂など高い位置やバルーンなどの上空で運営に係る連絡を行いたいとの要望もある。

これらの要望を踏まえて、参考資料6のとおり、高所等での利用について検討を実施した。

その結果、高所・上空においては、空中線電力5 Wの運用を行った場合、広範囲において、地上で運用する他の簡易無線局との間で共用が困難と判断されたが、空中線電力を1 Wまで制限し、かつ、この電力でのみ運用することのできる限られた周波数の範囲を設けて利用することで、共用が困難となる対象範囲が限定的となり、共用を前提とする簡易無線局であれば利用が可能と考えられる。ただし、この場合であっても、他の簡易無線局と最適な共用を図るため、前述のキャリアセンス機能を有することが必要と考える。

2.5 その他留意すべき事項

2.5.1 防護指針への影響検討

(1) 電波防護指針に対する適合性

安全な電波利用の一層の徹底を図るため、電波の強度に対する安全施設を設けることとされている。

ここで検討しているシステムは、関係規定上、移動する無線局に該当することから、適用除外の扱いを受けることとなるが、既存の指針値に照らした適合性について検討を行った。

検討にあたっては、簡易無線局が、無線を利用した連絡手段を欲する者が利用するものであり、企業、個人利用を含めて同様な利用を行っていることを踏まえ、原則として、電波防護指針（電気通信技術審議会平成9年諮問第89号答申）に基づく管理環境を基準に行うこととし、基地局型に限っては、一般環境を基準とした。

なお、一般環境とは、日常生活において電波にさらされる場合など電磁環境の管理の徹底が困難な状況を想定していることから、主に当該無線機器の利用者以外の者への影響として検討するものであり、管理環境とは、業務上において電波にさらされる場合など、電磁環境が管理、認識されている状況を想定していることから、主に無線機器の利用者本人への影響として検討するものである。

なお、当該距離が20cm（300MHz以上の場合は10cm）以下であれば局所吸収指針値を、その距離を超える場合は電磁界強度指針値での検討とした。

検討の結果は参考資料7のとおりであり、基地局型については、電磁界強度を基礎に算出した場合、当該無線設備と人体までの距離は下記の値まで近づけて使用しても、次のとおり電波防護指針の指針値を満足する。

基地局型については、一般環境に照らして判断するものであるが、遠距離まで業務エリアを確保するため数m以上のポール（空中線柱）に設置するような屋外型アンテナ等は、一般環境を前提に検討する必要があるが、通常、空中線から人体までの距離は1mより近づくことはないので問題はないと考えられる。

また、移動局型においては、人体に一番近接に利用される携帯型無線機端末については、表2.5.1-2のとおり、150MHz帯及び400MHz帯ともに、電波防護指針に定める局所SAR指針値10W/kgを満足し、同指針を満足することから、問題ないと考えられる。

表2.5.1-1 基地局型（電磁界強度指針値による離隔すべき距離）

	150MHz帯	400MHz帯
一般環境	92cm	69cm
管理環境	41cm	31cm

表2.5.1-2 移動局型（局所SAR）

	150MHz帯	400MHz帯
局所SAR	5W/kg以下	6.8W/kg以下

2.5.2 必要チャンネル数の考察

デジタル通信方式の簡易無線局のチャンネル数算出にあつては、参考資料8のとおり、セルラ・システムのシステム容量を推定する手法を参照して検討を行った。首都圏で現在運用しているアナログ方式の簡易無線局の運用状況の測定データを収集し、1局あたりの呼量を算出し、その中に含まれる単位エリア（ゾーン：半径7.8 km）での1ゾーン当りの無線局数を想定し、単位エリア呼量を算出した。

また、先に述べた、同一チャンネル妨害特性（同一周波数干渉特性）の所要C/I（4値デジタル変調方式はフェージング下で22 dB）から、繰返しゾーン数を9とし、呼損率を加味（アラン表）して算定した1ゾーンあたりのチャンネル数を乗じて必要チャンネル数を算出した。なお、これらについては、概ね、現在の簡易無線の主な用途である建設・運輸等の企業業務に利用されるもの（業務型）に相当するものである。

レンタル型については、先述の無線局（業務型）の局数とレンタルの想定局数（レンタル型）の比率を元に1ゾーン当りの無線局数を比例配分し、他の局数と業務型で求めた一局当りの呼量をもとに、単位ゾーン当りの呼量を算出した。レジャー分野の利用についても、レンタル型と同様な手法で単位ゾーンあたりの呼量を算出した。レンタル型の呼量とレジャー分野の呼量の和から、レンタル型とレジャー分野で必要となる単位ゾーンあたりのチャンネル数をアラン損失負荷表から求め、9ゾーンの繰返しに必要な総チャンネル数を算出した。また、上空利用型と高所利用型についても必要チャンネル数を算出した。

その結果は参考資料8に示す。

参考資料8から、早期に導入を予定している400 MHz帯のデジタル通信方式の簡易無線局は、おおよそ100 CH程度が必要となる。

一方、現在、アナログ簡易無線局は150 MHz帯もあるが、これについては、今後、同様な方法によりチャンネル数の想定は可能と考える。

なお、同一のチャンネルで、データ伝送を行う場合が想定されるが、データ伝送中、実質的にチャンネルを占有することと、また、指向性のある空中線を利用することが一般的であることから、キャリアセンスを要し、一定のレベルの中で共存する登録する無線局にあつては、前述のチャンネルの考え方を踏まえ、空中線利得を低減し、空中線電力は、1 W以下とすることが望ましい。さらに、データ伝送（音声通話に付随してデータ伝送を行う場合を含む。）を行う場合にあつては、音声通信との共用を図るため、送信時間及び送信回数に一定の制限を設けることが望ましい。

さらに、初歩的な運用の問題やマイク・コードの破損等による無用のチャンネル占有を防ぐため、送信機には、無線局運用規則で定める最大時間5分間の連続送信を行った場合には、一旦停波する機能を搭載することで共用条件が緩和できることから、その機能の装備が期待されるところである。

2.5.3 呼出名称記憶装置

通常、無線局を運用する場合は、無線局運用規則に基づき、通信を行う際、呼出応答を行うこととなっている。一方、今回のデジタル方式の簡易無線局にあつては、レンタル制度を想定していることから、当該無線機器を利用する者が意識無くそれらの規則を満足するように利用できることが必要であり、それを技術的条件として満足させておくことが望ましい。

これらの満足する条件として、参考資料9に示すような機能を具備することにより、同様な環境が確立できることから、これらの機能を有する装備が期待される。

2.5.4 円滑なデジタル方式の導入の方策

460MHz 帯及び 347.7MHz を超え 351.9MHz 以下の周波数の電波を使用する簡易無線局(アナログ方式)の周波数の使用期間は、周波数の有効利用観点並びに無線設備の耐用年数及び無線局免許の有効期間のサイクル(5年間)を踏まえ、デジタル簡易無線局の導入後、概ね 10 年間とすることが一般的な考えとなるが、平成 34 年 1 1 月 3 0 日期限のスプリアス規定の改正を考慮することも必要と考える。

また、デジタル簡易無線局への移行を円滑に図ることから、デジタル簡易無線局の導入後から一定期間に限り、移行対象であるアナログ簡易無線局の免許又は変更許可(無線設備の取替に係る届出を含む。)を認めることが望ましい。

ただし、既存免許人であって、既設のアナログ簡易無線局との通信を確保するため、機器の故障による無線設備の取替又は増設等のやむを得ない場合に限り、アナログ簡易無線局の免許又は変更許可は認めることができるとし、この場合、無線設備が利用できる期間をアナログ周波数の使用期間の範囲内に限るものとすることが望ましい。

2.6 簡易無線局等に適したデジタル方式の技術的条件等

本システムは、簡易無線局(同一の変調方式を利用する一般業務用無線局を含む。)に適した無線システムの技術的条件については、次のとおりとすることが適当である。

2.6.1 一般的条件

(1) 変調方式

簡易無線局に適した方式としては、今後の需要が見込めないオフセットQPSK方式(オフセット直交振幅変調方式)、16QAM方式(16値直交振幅変調方式)、M16QAM方式(マルチサブキャリア16値直交振幅変調方式)を削除し、既存の/4シフトQPSK方式(/4シフト直交位相変調方式)及びRZSSB方式(実数零点単側波帯変調方式)に加えて、4値FSK方式(4値周波数偏位変調方式)とすること。

ただし、一般業務用無線局の無線設備にあっては、これまでとおりとし、さらに、今回検討した4値FSK方式も加えた方式として、利用者の様々なニーズに適用できるようにすること。

(2) チャンネル間隔

4値FSK方式であっても、平成10年諮問第94号答申と同一とすること。

(3) 通信方式

簡易無線局の通信方式は、システム構成のイメージに基づき、一周波単信方式、単向通信方式又は同報通信方式とすること。

2.6.2 無線設備の技術的条件

(1) 送信装置

ア 周波数の許容偏差

簡易無線局にあっては、既存の設備規則別表第1号第44項に準拠することとするが、400MHz帯については変調方式によって、表2.6.2-1に示す許容値を設けることとする。

表2.6.2-1 周波数の許容偏差

周波数帯	無線局の変調方式	周波数の許容偏差(百万分率) チャンネル間隔が6.25kHzのもの
142MHzを超え 170MHz以下	/4シフトQPSK RZSSB 4値FSK	±2.5
335.4MHzを超え 470MHz以下	RZSSB 4値FSK	±1.5
	/4シフトQPSK	±0.9

注1 6.25kHz間隔の4値FSK方式において、ダイビット01と11に対するシンボル+3と-3に対応する周波数偏位は、それぞれ、+945Hzと-945Hzであること。

注2 簡易無線局以外が混在する周波数帯域の場合にあっては、4値FSK方式を使用する無線設備であっても、他の4値デジタル変調と同様に設備規則別表第1号第44項に準拠して適用すること。

イ 占有周波数帯幅の許容値

4 値 F S K 方式は、他の 4 値デジタル変調方式と同様に、占有周波数帯幅の許容値は現行の設備規則別表第 2 号（第 6 条関係）第 3 7 項に準拠して適用することとする。その他の方式は、狭帯域デジタル通信方式の現行規定のとおりとする。

ウ スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値

4 値 F S K 方式は、現行の設備規則別表第 3 号（第 7 条関係）第 1 9 項に準拠して適用することとする。その他の方式は、狭帯域デジタル通信方式の現行規定のとおりとする。

エ 空中線電力及びその許容偏差

簡易無線局にあつては、空中線電力は、5 W 以下とする。

ただし、30 m を超える高所で利用するものにあつては、空中線電力は、1 W 以下とする。なお、専らキャリアセンス機能を有し、データ伝送（施行規則第 4 条の 2 第 1 項 3 号（4）及び（6）に掲げるもの）を行う無線設備については、1 W 以下とすることが望ましい。

また、それぞれの空中線電力の許容偏差は、上限 20 %、下限 50 % とすることとする。

オ 隣接チャネル漏えい電力

4 値 F S K 方式は、他の 4 値デジタル変調方式と同様とすることが適当である。

よって、隣接チャネル漏えい電力は、変調信号の伝送速度が 4.8 kbps の 4 値 F S K 方式のものにあつては、搬送波の周波数から 6.25 kHz 離れた周波数の（±）2 kHz の帯域内に輻射される電力が搬送波電力より 45 dB 以上低い値であることとする。

ただし、一般業務用無線局で使用する場合にあつては、現行の設備規則第 5 7 条の 3 の 2 第 1 項 3 号イ（1）に準拠して、1 W 以下の無線局の場合は 45 dB 以上低い値、1 W を超える無線局の場合は 32 μW 以下又は 55 dB 以上低い値とすることとする。

（2）受信装置

ア 基準感度

受信感度は、既存の 4 値デジタル変調方式と同様に、4 値 F S K 変調は、ビット誤り率が $BER = 1 \times 10^{-2}$ となる受信機入力電圧として求め、その結果、基準感度は、0 dB μV であることとする。また、その他の方式は、表 2.6.2-2 のとおり取りまとめた。

表 2 . 6 . 2 - 2 各変調方式における受信感度

変調方式	/4 シフト QPSK	RZ SSB	4 値 FSK
伝送速度 R[kbps]	9.6	-	4.8
情報帯域 [kHz]	-	0.3 ~ 3.4	-
等価受信帯域幅 B[kHz]	4.8	3.4	4.0
等価受信帯域幅 $10\log B$ [dBHz]	36.8	35.3	36.0
雑音電力 kT [dB μ V/Hz]	-60.8		
受信機固有雑音電力 kTB [dB μ V]	-24.0	-25.5	-24.8
雑音指数 NF[dB]	8.0		
E_b/N_0 [dB] at BER=1%	7.0	-	10.5
$10\log(R/B)$ [dB]	3	-	0.8
CNR[dB] at BER=1%	10.0	-	11.3
SNR[dB] at SINAD=12dB	-	12	-
機器マージン(固定劣化を含む) [dB]	6.0		
受信感度 [dB μ V]	0	0.5	0.5
基準感度 [dB μ V]	0		

イ スプリアス・レスポンス

4 値 F S K 方式は、電気通信技術審議会諮問第 6 2 号「公共業務デジタル移動通信システムの技術的条件」に対する答申（以下「諮問第 6 2 号答申」という。）に準拠し、5 3 d B 以上であることとする。その他の方式は、狭帯域デジタル通信方式の現行規定のとおりとする。

ウ 隣接チャネル選択度

4 値 F S K 方式は、諮問第 6 2 号答申に準拠し、4 2 d B 以上であることとする。その他の方式は、狭帯域デジタル通信方式の現行規定のとおりとする。

エ 相互変調特性

4 値 F S K 方式は、諮問第 6 2 号答申に準拠し、5 3 d B 以上であることとする。その他の方式は、狭帯域デジタル通信方式の現行規定のとおりとする。

カ 副次的に発する電波等の限度

4 値 F S K 方式は、設備規則第 2 4 条に準拠し、4 ナノワット以下であることとする。その他の方式は、狭帯域デジタル通信方式の現行規定のとおりとする。

2.6.3 その他技術的条件

(1) 空中線の高さ

送信空中線の高さは、原則、現行と同様に地上高30mを超えないこととする。ただし、特定の周波数のチャンネルに限り、制限を撤廃し、利用拡大を図ることとする。

(2) 送信時間制御機能

連続送信時間を最大5分間とし、連続送信時間で5分間を経過した場合には、自動的に送信を停止し、1分間の運用停止を行う機能を備え付けることとする。

(3) 呼出名称記憶機能

デジタル方式の簡易無線局の無線設備には、呼出名称記憶機能を備え付けることとし、安易に他人になりすましができないように施されていることとする。

(4) 混信防止(キャリアセンス)機能

登録無線局とする場合にあっては、キャリアセンス機能を有することとする。その機能は次の要件を満足すること。

ア 無線設備は新たな送信先立ち、キャリアセンスによる干渉確認を実行した後、送信を開始すること。

イ キャリアセンスは、電波を発射しようとする周波数に対して行い、常に当該周波数に対して受信機入力電圧が無線機入力端において7 μ Vとし、これを超える場合は、送信を行わないものであること。

2.6.4 その他考慮すべき事項

(1) デジタル方式の簡易無線局は、社会経済活動からレジャー分野まで幅広い用途で、周波数を共用して利用されるシステムが想定されていることから、今回の答申をもとに、民間標準機関等が中心となって、相互接続の確保に配慮したプロトコルやコーデック等の標準規格の策定に向けた対策が望まれる。また、「2.6 技術的条件」に記載される国の技術基準に関する部分の知的財産所有権(IPR)については無償又は適正な対価によって無差別かつ非排他的に開示されることが期待され、民間標準機関による標準規格の部分については、その機関によって定められた取り決めに従うことが望ましい。

(2) 無線設備規則第54条第3号に規定する27MHz帯の周波数の電波を使用する無線操縦用の簡易無線局については、近年、開設する無線局が存在しないなど、その需要がないことから当該周波数帯における検討を行っていない。今後とも、その需要が見込めない場合は、周波数の有効利用を観点から、当該規定の見直しが望ましい。

2.6.5 測定法

測定に用いる変調入力信号は、特別の規定がない限り、データ端子から与えた標準符号化試験信号（符号長511ビット2値擬似雑音系列）とするか又は装置内で発生した標準符号化試験信号とする。ただし、RZ SSBにあたっては、標準符号化試験信号に代えて正弦波1000Hzの信号とする。

(1) 送信装置

ア 周波数の偏差

(ア) /4シフトQPSK方式

無変調波を送出してこれを周波数計で測定する。ただし、無変調にできない場合は、フレーム構造を含む変調された連続波として測定することができる。この場合、音声あるいはデータ伝送用に規定されるフレーム内領域について標準符号化試験信号を入力し、波形解析器等を用いて測定する。

(イ) RZ SSB方式

無変調の搬送波を周波数計で測定し、1.7kHzを加算して中心周波数に換算すること。

(ウ) 4値FSK方式

無変調波を送出してこれを周波数計で測定する。ただし、無変調にできない場合はテスト・モードの設定でフレーム構造を含まない連続した変調状態として+3、+3、-3、-3、+3、+3、-3、-3の符号列（最も周波数が高くなる周波数偏位と最も周波数が低くなる周波数偏位を与える符号列）を変調信号として連続波を送出するか、又は、特定の符号による変調状態を連続送信して測定することができる。なお、特定の符号による場合は規定された周波数偏位を用い中心周波数に換算すること。

イ 占有周波数帯幅

(ア) /4シフトQPSK方式

標準符号化試験信号を入力信号として加えたときに得られるスペクトル分布の全電力を、スペクトルアナライザ等を用いて測定し、スペクトル分布の上限及び下限部分におけるそれぞれの電力和が、全電力の0.5%となる周波数幅を測定すること。

なお、標準符号化試験信号での変調が不可能な場合には通常運用される信号のうち占有周波数帯幅が最大となる信号で変調をかける。

(イ) RZ SSB方式

変調は擬似音声信号を印加して、変調入力は空中線電力が定格電力の80%となる変調入力電圧と同じ値を加えたときに得られるスペクトル分布の全電力を、スペクトルアナライザ等を用いて測定し、スペクトル分布の上限及び下限部分におけるそれぞれの電力和が、全電力の0.5%となる周波数幅を測定すること。

(ウ) 4値FSK方式

標準符号化試験信号を入力信号として加えたときに得られるスペクトル分布の全電力を、スペクトルアナライザ等を用いて測定し、スペクトル分布の上限及び下限部分におけるそれぞれの電力和が、全電力の0.5%となる周波数幅を測定すること。

なお、標準符号化試験信号での変調が不可能な場合には通常運用される信号のうち占有周波数帯幅が最大となる信号で変調をかける。

ウ スプリアス発射又は不要発射の強度

(ア) スプリアス発射の強度

A /4シフトQPSK方式

変調はテスト・モードの設定で無変調搬送波を発生させ、スペクトルアナライザを用いて測定するものとする。ただし、無変調にできない場合は、スプリアス発射の強度については試験を省略することができる。

B RZ SSB方式

変調は無変調として、スペクトルアナライザを用いて測定するものとする。

C 4値FSK方式

変調はテスト・モードの設定で無変調搬送波を発生させ、スペクトルアナライザを用いて測定するものとする。ただし、無変調にできない場合は、スプリアス発射の強度については試験を省略することができる。

(イ) 不要発射の強度

A /4シフトQPSK方式

占有周波数帯幅を測定する変調状態にして、スペクトルアナライザを用いて平均電力(バースト波にあっては、バースト内の平均電力)を測定する。なお、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は、技術的条件で定められた参照帯域幅に設定すること。ただし、精度を高めるため、分解能帯域幅を狭くして測定してもよく、この場合、不要発射の強度は、分解能帯域幅ごとの測定結果を参照帯域幅に渡り積分した値とする。

B RZ SSB方式

占有周波数帯幅を測定する変調状態にして、スペクトルアナライザを用いて平均電力を測定するものとする。なお、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は、技術的条件で定められた参照帯域幅に設定すること。ただし、精度を高めるため、分解能帯域幅を狭くして測定してもよく、この場合、不要発射の強度は、分解能帯域幅ごとの測定結果を参照帯域幅に渡り積分した値とする。

C 4値FSK方式

占有周波数帯幅を測定する変調状態にして、スペクトルアナライザを用いて平均電力(バースト波にあっては、バースト内の平均電力)を測定するものとする。なお、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は、技術的条件で定められた参照帯域幅に設定すること。ただし、精度を高めるため、分解能帯域幅を狭くして測定してもよく、この場合、不要発射の強度は、分解能帯域幅ごとの測定結果を参照帯域幅に渡り積分した値とする。

エ 空中線電力の偏差

(ア) /4シフトQPSK方式

フレーム構造を含む変調された連続波とし、音声あるいはデータ伝送用に規定されるフレーム内領域について、標準符号化試験信号を入力して、平均電力(バースト波にあっては、バースト内の平均電力)を測定する。

(イ) RZ SSB方式

1000Hzの変調信号を印加して、飽和したレベルの平均電力を測定する。

(ウ) 4値FSK方式

標準符号化試験信号を入力信号として加えフレーム構造を含まない連続波送信状態として、平均電力(バースト波にあっては、バースト内の平均電力)を測定する。

オ 隣接チャネル漏えい電力

(ア) /4シフトQPSK方式

占有周波数帯幅を測定する変調状態にしてスペクトルアナライザを用いて変調された搬

送波の電力及び搬送波から隣接チャネル間隔離れた周波数において技術基準で定められる帯域内の電力を測定し、搬送波電力との比を測定すること。

(イ) R Z S S B方式

1.7 kHzの正弦波により定格出力の80%となる変調状態にしてスペクトルアナライザを用いて、変調された搬送波の電力及び割当周波数から隣接チャネル間隔離れた周波数において技術基準で定められる帯域内の電力を測定し、変調された搬送波の電力との比を測定すること。

(ウ) 4値F S K方式

占有周波数帯幅を測定する変調状態にしてスペクトルアナライザを用いて変調された搬送波の電力及び搬送波から隣接チャネル間隔離れた周波数において技術基準で定められる帯域内の電力を測定し、搬送波電力との比を測定すること。

カ 送信時間及び送信休止時間

スペクトルアナライザの中心周波数を試験周波数に設定し掃引周波数幅を0 Hz (ゼロ・スパン)とする。次に無線機器を送信状態として規定の時間以内に送信を停止すること及び送信休止時間が規定の送信休止時間以上であることを測定する。

測定時間精度を高める場合はスペクトルアナライザのビデオ・トリガ機能等を使用し、送信時間と送信休止時間の掃引時間を適切な値に設定するか、広帯域検波器とオシロスコープ等を用いて測定することができる。

(2) 受信装置

ア 基準感度

(ア) /4シフトQ P S K方式

希望入力信号として標準符号化試験信号で変調した規格感度レベルの信号を加えたとき、2556ビットの伝送に対するビット誤り率が 1×10^{-2} 以下となること。

(イ) R Z S S B方式

希望入力信号として1000 Hzの正弦波で変調した規格感度レベルの信号を加えたとき、SINADが12 dB以上であること。

(ウ) 4値F S K方式

希望入力信号として標準符号化試験信号で変調した規格感度レベルの信号を加えたとき、2556ビットの伝送に対するビット誤り率が 1×10^{-2} 以下となること。

イ 隣接チャネル選択度

(ア) /4シフトQ P S K方式

標準符号化試験信号で変調した規格感度+3 dBの希望波を加え、デジタル信号(符号長32767($=2^{15}-1$)ビットの2値擬似雑音系列)で変調した隣接チャネル選択度規格値分の希望波より高いレベルの隣接妨害波を加えたとき、2556ビットの伝送に対してビット誤り率が 1×10^{-2} 以下となること。

(イ) R Z S S B方式

受信機を規格感度+3 dBに設定し、妨害波の変調は擬似音声信号を印加して、SINADが12 dB以上であること。変調入力、空中線電力が定格電力の80%となる変調入力電圧と同じ値とする。

(ウ) 4値F S K方式

標準符号化試験信号で変調した規格感度+3 dBの希望波を加え、デジタル信号(符号長32767($=2^{15}-1$)ビットの2値擬似雑音系列)で変調した隣接チャネル選択度規格値分

の希望波より高いレベルの隣接妨害波を加えたとき、2556ビットの伝送に対してビット誤り率が 1×10^{-2} 以下となること。

ウ 相互変調特性

(ア) /4シフトQPSK方式

標準符号化試験信号で変調した規格感度+3dBの希望波と、相互変調を生じる関係にある相互変調特性規格値分の希望波より高いレベルの妨害波2波(± 12.5 kHz、 ± 25 kHz)を加えたとき、2556ビットの伝送に対してビット誤り率が 1×10^{-2} 以下となること。この場合、妨害波は無変調とする。

(イ) RZ SSB方式

受信機を規格感度+3dBの希望波と、相互変調を生じる関係にある相互変調特性規格値分の希望波より高いレベルの無変調の妨害波(± 12.5 kHz、 ± 25 kHz)を加えたときSINADが12dB以上であること。

(ウ) 4値FSK方式

標準符号化試験信号で変調した規格感度+3dBの希望波と、相互変調を生じる関係にある相互変調特性規格値分の希望波より高いレベルの妨害波2波(± 12.5 kHz、 ± 25 kHz)を加えたとき、2556ビットの伝送に対してビット誤り率が 1×10^{-2} 以下となること。この場合、妨害波は無変調とする。

エ スプリアス・レスポンス

(ア) /4シフトQPSK方式

標準符号化試験信号で変調した規格感度+3dBの希望波と、スプリアス・レスポンス規格値分の希望波より高いレベルの妨害波を加えたとき、2556ビットの伝送に対してビット誤り率が 1×10^{-2} 以下となること。この場合、妨害波はデジタル信号(符号長32767($=2^{15}-1$)ビットの2値擬似雑音系列)で変調するものとする。

(イ) RZ SSB方式

受信機を規格感度+3dBの希望波とスプリアス・レスポンス規格値分の希望波より高いレベルの無変調の妨害波を印加してSINADが12dB以上であること。

(ウ) 4値FSK方式

標準符号化試験信号で変調した規格感度+3dBの希望波と、スプリアス・レスポンス規格値分の希望波より高いレベルの妨害波を加えたとき、2556ビットの伝送に対してビット誤り率が 1×10^{-2} 以下となること。この場合、妨害波はデジタル信号(符号長32767($=2^{15}-1$)ビットの2値擬似雑音系列)で変調するものとする。

オ 副次的に発する電波等の限度

空中線端子に擬似負荷(インピーダンス整合回路又は減衰器等)を接続しスペクトルアナライザ等を用いて測定すること。

カ キャリアセンス

(ア) 受信機給電点において技術基準で定められたレベルになるように標準信号発生器の信号レベルを設定する。

(イ) 標準信号発生器の出力をオフとして送信状態としスペクトルアナライザ等により送信することを確認する。

(ウ) 上記の標準信号発生器の出力をオンとして送信状態としスペクトルアナライザ等により送信しないことを確認する。

参考文献等

- 1) European Telecommunications Standards Institute <http://www.etsi.org>
- 2) TETRA MoU <http://www.tetramou.com>
- 3) Telecommunications Industry Association <http://www.tiaonline.org>
- 4) Association of Public safety Communications Officials <http://www.apcointl.org>
- 5) ETSI TS102 490 V1.3.1 (2007-4) : Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Peer-to-Peer Digital Private Mobile Radio using FDMA with a channel spacing of 6.25kHz with e.r.p. of up to 500mW
- 6) ETSI TS102 361-1 V1.4.1 (2006-12), ETSI TS102 361-2 V1.2.3 (2006-9), ETSI TS102 361-3 V1.1.3 (2006-09) : Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Digital Mobile Radio (DMR) Systems
- 7) ETSI EN166 113-1 V1.2.1(2007-07) : Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters(ERM);Land mobile service; Radio equipment intended for the transmission of data (and/or speech) using constant or non-constant envelope modulation and having an antenna connector; Part 1: Technical characteristics and method of measurement
- 8) ETSI EN300 113-1 V1.6.1(2007-07) : Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters(ERM);Land mobile service; Radio equipment intended for the transmission of data (and/or speech) using constant or non-constant envelope modulation and having an antenna connector; Part 1: Technical characteristics and method of measurement
- 9) 奥村 進士、「移動通信の基礎」、第9章、電子情報通信学会編、昭和61年
- 10) 平成16年4月社団法人全国陸上無線協会新世代自営移動通信システム研究会報告書

第3章 無線操縦機器（ラジオコントロール）の高度化方策に関する技術的条件

3.1 ラジオコントロールの概要と現状

3.1.1 ラジオコントロールのシステム概要

(1) ラジオコントロールの利用と社会貢献

日本国内のラジオコントロール（無線操縦、ラジコン）は、昭和30（1955）年頃から始まり、ホビー用として、無線で操縦できる車、ボート、ヨット、飛行機、ヘリコプターなどの模型が普及しており、子供から年配まで年代を越えて健康かつ科学的な趣味として、青少年の科学する感性の育成や人格の醸成に貢献してきた。

また、学校教育において工夫工作としてのラジオコントロールの模型が見直され、ロボットを操縦するラジオコントロールは全国の工業高校や工業高専に広がってきている。さらに、大学研究機関においても遠隔操作ラジオコントロールを用いた環境対応や省力目的の研究にも貢献し、ラジオコントロールのシステム及び装置の高機能・高性能・高信頼性が評価され、産業分野において、農薬散布用や空中撮影用として日本全国に普及してきている。近年では、自律制御等の高度な制御装置が開発され、それまで人間が入ることが出来ない状況下（例えば、災害現場等）の情報収集を行う手段などを中心に、幅広い分野で利用され、益々その社会的貢献が期待されている。



図3.1.1 - 1 災害時の利用イメージ

(2) ラジオコントロールの歴史的背景

ア 機器の概要及び利用場所

昭和32（1957）年8月、ラジオコントロール（無線操縦）については、電波の電界強度が500メートルで200 μ V/m以下であれば、免許を要しない無線局として導入された。当初導入にあたっては、当時の簡易な無線機の一般的な仕様である火花送信機とコヒーラ検波器の使用を前提としており、送信機にあつては高圧イグニッションで発生した無限の周波数成分を持つ減衰振動を簡単な同調回路にて選択放射するという方式であった為に、またコヒーラ検波器に代わる当時にあつては比較的高級な方式だった超再生式受信機ではその原理的に間欠発振動作を行う為に、それぞれ意図しない輻射が広範囲のスペクトルにわたって発生し、他の受信設備に電波障害を与える恐れがあったことから、その利用条件として、「壁で囲まれた建築物の内部において又は建築物から500メートル以上離れた場所において使用するもの」と定められた。

昭和40（1965）年代後半から、急激な科学知識の進歩と社会経済の発展に伴い、ラジオコントロールの模型の愛好者が急増したが、同時に楽しむ場所にも環境の変化が起こり始めた。

現在ではボートやヨットだけでなく、飛行機やヘリコプター等も主に河川敷を利用しているが、近年、河川敷の堤防の近くまで住宅が立ち並ぶようになり、建築物から500メートル以上の距離を保つことが難しくなっている。また、車も、近年、走行できる場所を探すこと自体が難しい状況下になりつつあり、特に車の愛好者には子供達が多く、その条件を満足するために、市街地からかなり離れなければならない、移動手段を持っていない子供達にとっては非常に厳しい状況となりつつある。

他方で、ラジオコントロール用の送信機は、半導体を使用した安定度の高いものとなり、また、これに使用される周波数の近傍の周波数は限られた用途にのみ使用されて障

害の可能性は極めて低くなっている。

イ 使用可能な周波数

制度創設当時、ラジオコントロールで使用できる電波は、27MHz帯と40MHz帯であった。

しかし、これらの電波は、簡易無線局（当時、通称「市民ラジオ」）や産業、医療及び工業用の高周波利用設備と共用する周波数となっており、これらのかなり高出力の電波を利用する設備と共用していたことから、ラジオコントロールの機器が電波の干渉を受ける危険性があり、利用者の利便性向上を図るため、昭和59（1984）年11月に、40MHz帯で専用の周波数（13波）が割り当てられ、その後、平成4（1992）年8月には72MHz帯の専用の周波数（上空用10波）の増波が行われてきている。

また、平成元年頃からラジオコントロールを利用した農薬散布が始まり、これは同一地域で一斉に行うため、ホビーと共存して運用した場合、繰り返し利用を前提とした周波数の利用が難しくなってきたことを受けて、平成7年2月に73MHz帯に産業用のラジオコントロール専用電波（地上用2波、上空用4波）が割り当てられ、更に、平成16年3月にナロー化（地上用3波、上空用7波）による増波を行ってきている。

なお、現在でも市民ラジオ（27MHz帯、現在は免許不要局）やラジオマイク（27MHz帯及び40MHz帯）用としても割り当てられているが、これらの周波数帯は、現在において利用は極めて限られている。

他方、3.2にも示すように、最近、諸外国においては2.4GHz帯を使用するラジオコントロールが普及しつつあり、国際大会においても当該周波数帯を使用したラジオコントロールが使用されている。わが国においても、当該周波数帯の小電力データ通信の無線局として模型自動車用を中心に製品がみられるようになってきている。

3.1.2 利用形態及び普及状況

(1) 利用形態

ア ホビー用ラジオコントロールの利用形態

ホビー用ラジオコントロールは、表3.1.2-1のとおり利用されており、電波法及び関係規定に定める技術的条件のほか、利用の円滑を図るため、民間規格の日本ラジコン模型工業会や(財)日本ラジコン電波安全協会が推奨している標準規格に適合した送信機を使用することで自主規制が行われている。

表3.1.2-1 ホビー用ラジオコントロールの周波数利用状況

周波数帯	用途
27MHz帯	車・ボート・ヨット 400g以下の飛行機・ヘリコプター
40MHz帯	車・ボート・ヨット 飛行機・ヘリコプター・グライダー
72MHz帯	飛行機・ヘリコプター・グライダー

また、ラジオコントロールの走行場や飛行場では、相互が干渉なく利用するために、その場所での周波数の使用管理が必要で、特に、競技会などでは周波数ボードの設置、

電波監視や巡回などをして安全確保を図っている。また、操縦士の電波の知識、機器の取扱い方法、運用方法、運用マナーについて啓発活動を行うことで更なる混信のない電波環境を図るために、(財)日本ラジコン電波安全協会、日本科学模型安全委員会、日本ラジコン模型工業会の関係団体がこれらの運動を支援している。

イ 産業用ラジオコントロールの利用形態

産業用ラジオコントロールとしては73MHz帯が利用されており、主な利用形態としては、農薬散布及び空中撮影等であり、その概要は、次のとおりである。

(ア) 農薬散布用途

産業用で最も普及しているのは、水稻を中心とした薬剤散布用の無人ヘリで、産業用無人ヘリ全体の95%以上を占める。薬剤散布の対象である病害虫は、7月・8月の一定時期に全国一斉に発生するため、無人ヘリの活躍もこの時期に集中する。従って、この時期になると非常に広範囲で多数の機体が同時にフライトすることになる。そのため事前に、参考資料1の一例のとおり、影響を受ける範囲で関係者間が周知な周波数配置計画を作成し、電波障害の防止に努めている。

(イ) 自律型ラジオコントロール

自律型ラジオコントロールは、あらかじめ定められた経路を自動的(自律的)に飛行する機能を持つものであり、主に送電線等の監視・検査用に使われるほか、一部では農薬散布用途にも使用されている。ラジオコントロール機能としては、通常の操縦機能のほか、地上から機体へのアップリンクとして、操縦のためのプログラムやカメラ装置の動作指令等が送られ、逆に機体側から地上へ現在の機体の状況を知らせるためのモニタリング情報が送られる。このため、73MHz帯では情報量が不足し、かつ、双方向通信が必要となるため、現在では2.4GHz帯の特定小電力データ通信システムを搭載し、更に機体周辺状況のモニタリング用として1.2GHz帯のアナログ画像通信機器が用いられている。

(ウ) 空中撮影無人航空機

空中撮影無人航空機は、ラジオコントロール航空機による空中撮影を行うものであり、その飛行範囲は、オペレーターの目視操縦可能なエリアを中心とした数100mの範囲で、撮影高度は概ね300m以下である。オペレーターは1.2GHz帯を利用してリアルタイムに伝送される映像を地上モニターで確認しながら、機体操縦や撮影地点を特定し撮影を実施している。撮影対象物は、文化財遺跡や山間地域での建設工事現場及び災害現場等が中心であり、無人航空機を飛行させる上での建物や人口密集地などの障害物の影響を受けない比較的開けた撮影環境が保たれた地域が中心であったが、その範囲も多様化しつつある。



図3.1.2-1 画像伝送システムによる空中撮影のイメージ

(2) 普及形態

ア ホビー用、玩具用ラジオコントロールの普及状況

ホビー用、玩具用のラジオコントロールについては基本的に売切り商品であり、実態の把握は困難であるが、過去の出荷実績からホビー用途では陸上・水上用が約500万台、上空用が約50万台の普及状況と推定される。参考として、ホビー用で(財)日本ラジコン電波安全協会の標準規格適合証明を受けているラジオコントロールの普及状況を、図3.1.2-2に示す。

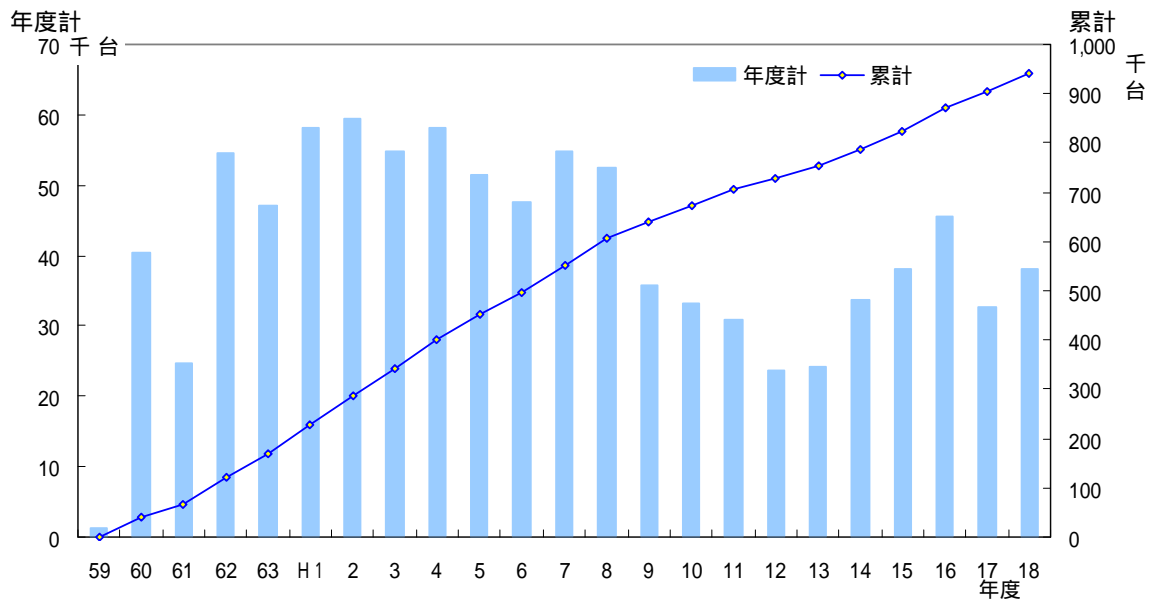


図3.1.2-2 (財)日本ラジコン電波安全協会での標準規格適合証明実施状況

イ 産業用ラジオコントロールの普及状況

(ア) 農薬散布ヘリの普及状況

平成元(1989)年から生産を始めて、平成18(2006)年10月31日現在で2194機が登録されている。現在、全国約160万haの水田のうち、約25%の40万haをカバーしており、大規模な散布方式にはなくてはならないものとなってい

る。農薬散布ヘリの普及状況は、表 3 . 1 . 2 - 2 のとおりである。

表 3 . 1 . 2 - 2 農薬散布ヘリの普及状況 (出展 : 農林水産航空協会)

地 区	普及台数
北海道	2 2 9 台
東 北	5 5 5 台
関 東	3 4 5 台
北 陸	2 9 9 台
東 海	9 7 台
近 畿	1 4 2 台
中国/四国	1 6 5 台
九 州	3 6 2 台

(イ) 空中撮影無人航空機の普及状況

これまでの無人ヘリテレ推進協議会の加入状況と空中撮影に用いる映像伝送用無線局免許の関係は次のとおりである。平成 1 4 (2 0 0 2) 年、無人ヘリテレ推進協議会設立以来、会員数の増加とともに無線局免許の普及も図られてきている。

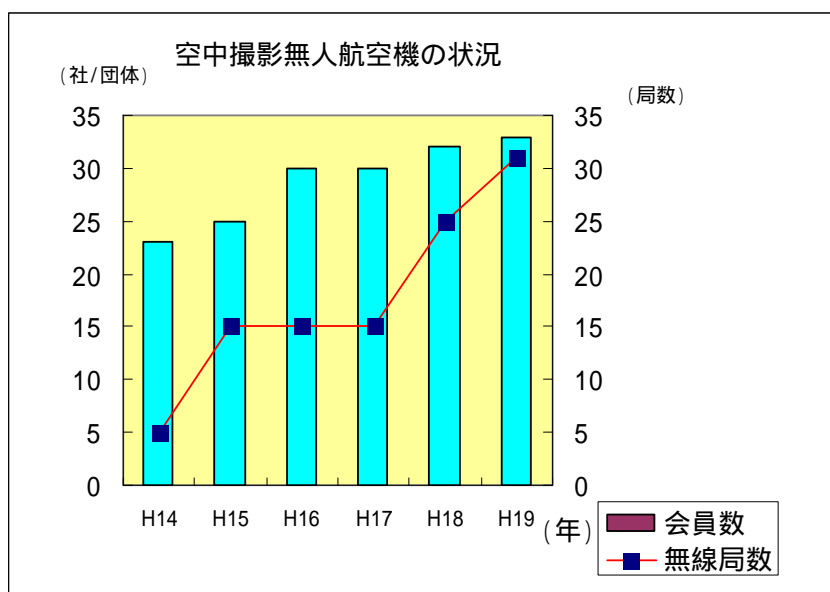


図 3 . 1 . 2 - 3 空中撮影無線航空機の状況 (無人ヘリテレ推進協議会協議会事務局調査)

3 . 1 . 3 今後の需要予測及び利用形態の拡大

(1) 需要予測

ア ホビー用ラジオコントロールの需要

昭和 4 0 (1 9 6 5) 年代後半からのラジオコントロールの模型愛好者の急増に伴い、高価であった無線機も需要の拡大とメーカー努力により、現在では子供達の小遣いでも手の届く価格となってきた。

また、当初は模型用エンジンを搭載したモデルが主流であったが、最近になって充電式電池の普及と高性能化及び受信機、サーボの小型・軽量化により、飛行機、ポート、

自動車とも、電動モーターを搭載するラジオコントロールの模型が急速な広まりを見せている。これは騒音が少ないというメリットがあり、今後も特に都市圏での需要拡大が見込まれ、現在の販売状況（ホビー用：約10万台、トイ用：数10万台。いずれも推定値。）からみると年間数10万台は今後も販売されると予測することができる。

イ 産業用ラジオコントロールの需要

(ア) 農薬散布ヘリの需要予測

図3.1.3-1は、過去12年間の有人ヘリと無人ヘリの散布面積の推移である。

山間地の補完から始まった無人ヘリ散布であるが平成15(2003)年で有人ヘリの散布面積を抜き現在では主役の散布方式となっている。

図が示すとおり、過去は、エリアのほとんどを有人ヘリで散布し、それ以外のエリアは人海戦術で散布されていたが、農業従事者の高齢化により、更に無人ヘリに移行することが予想され、今後10年後には、水稻面積の約50%が無人ヘリによる農薬散布になると言われている。

対象面積に対して利用機体が比例していることをかんがみ、現在約25%の対象地域をカバーするのに約2,000機が用いられていることから、10年後には約4,000機となっていると想定される。

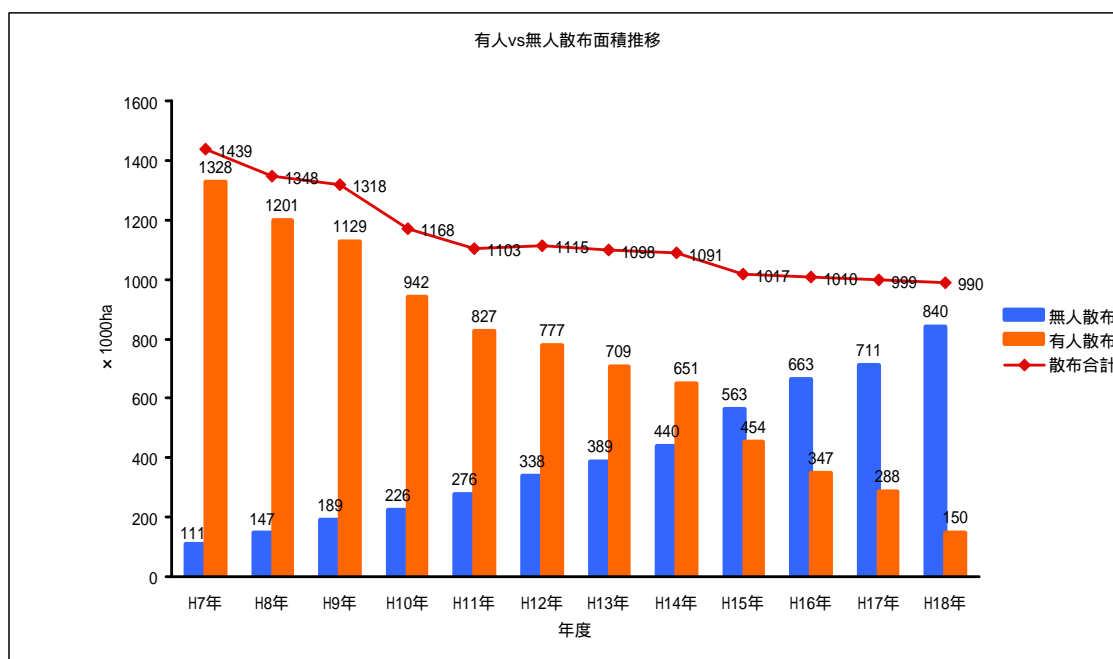


図3.1.3-1 有人/無人散布面積の推移 (出展：農林水産航空協会)

(イ) 空中撮影用無人航空機の需要予測

近年の都市型災害の発生や市街地再開発、公共インフラ整備が人口密地域を巻き込んで進展するにつれ、無人航空機による撮影対象物も都市部での需要が多くなりつつある。

特に、「初動時における被災地情報収集の検討」(平成17年7月総務省消防庁提言)(参考資料2)にも示されたとおり、早急に無人航空機による被災地情報収集の活用が求められており、無人航空機による映像情報によって、国民の安心・安全の確保の一翼になるものと大きな期待がある。

平成18年消防庁消防研究センターの実証実験（参考資料3）からも、映像伝送システムを搭載した無人機の活用が有効と報告されており、その有効性を感じるとその規模は全国的な需要（約2,000機）と予測することができる。

（各自治体単位（全1934団体）及び民間運用業者（約200団体）に配備した場合を想定）

（2）利用形態の拡大

今後、産業用無人航空機を利用した撮影・調査・情報伝達の分野では、安全・安定した運用による事業が展開されていくなれば、利用形態も大きく変化・拡大していくことが想定される。平野部の少ない日本の環境によれば、空中撮影対象が都市部へと進展し、建造物密集地や人家周辺に撮影環境が広がっていくことは容易に想定される。

従って、現行の建造物から500メートル以上離隔するとの規制がある場合には要求されている社会的使命に充分寄与出来なくなる懸念が生じる。

一方、UAV（Unmanned Aerial Vehicle（無人航空））機の開発にも見られるとおり航空機の性能は著しい進化を続けており、低空からの撮影が可能となる高性能カメラ搭載、夜間監視システムと送信機の小型化などの技術革新に支えられ、機体の安全基準や飛行基準の策定が業界を挙げて取り組まれている現状からしても、技術面・運用面いずれからも安全緻密な操縦運用が可能な環境が整ってきていると言われている。

更に、陸上系建設機械・災害レスキューロボットや海上系ラジオコントロール機器などその活用の業態は大きくなるものと考えられる。無人航空機に限って考察しても、参考資料4の利用用途の拡大が想定されている。

3.2 諸外国のラジオコントロールの状況

表3.2-1及び表3.2-2に、民間規格を含めた諸外国のラジオコントロールの基準・規格の状況を示す。

3.2.1 2.4GHz帯のラジオコントロールの利用状況

平成17(2005)年頃から、欧米では、2.4GHz帯のいわゆるISM用周波数のデータ通信手法を使用したラジオコントロールが普及してきている。その概要を表3.2-1に示す。

その普及状況についての正確なデータは見当たらないが、ラジオコントロールの利用に適したモデムチップが製品化されたため、多くのメーカーが製品を製造しており、現在では、当該周波数帯のラジオコントロール機器が市場の50%~70%を占めているとも言われている。

表3.2-1 欧米における2.4GHz帯のラジオコントロールの使用状況

区分	米国	欧州(CE標準)
空中線電力	1W (市場は100mW以下が主流)	・周波数ホッピング(FH)方式: 100mW以下 ・上記以外の方式:10mW以下
通信方式	特に規定なし (周波数ホッピング(FH)、直接拡散(DS)、FH・DS併用、その他)	特に規定なし (周波数ホッピング(FH)、直接拡散(DS)、FH・DS併用、その他)
2.4GHz帯販売の比率	50%~70%程度	不明であるが比率拡大の動き

3.2.2 VHF帯のラジオコントロールの利用状況

調査した主要各国においては、各国とも、ラジオコントロールで利用している周波数などの規格は同様な状況であるが、我が国の現行規定にあるような建築物等との離隔距離を設定した利用の制限は定められていない。

表3.2-2 諸外国におけるラジオコントロールの規格

	米国	欧州	中国	韓国	台湾		
変調方式	A1D F1D	A1D F1D	A1D F1D	A1D F1D	音声変調以外		
周波数	参考資料5参照						
出力	27MHz帯	ERP100mW	ERP750mW	500mで 200µV/m	27MHz帯 地上用	4W	
	50MHz帯				アマチュア無線に準ずる	27MHz帯 上空用	0.5W
	72MHz帯				750mW	72MHz帯	0.5W
	75MHz	75MHz	0.75W				

	帯					帯		
周波数 偏差	27MHz 帯	± 50ppm	± 750Hz	27MHz 帯	± 100ppm	規定なし	27MHz 帯	50ppm
	50MHz 帯	± 20ppm		40MHz 帯	± 30ppm		72MHz 帯	20ppm
	72MHz 帯			72MHz 帯				
	75MHz 帯			75MHz 帯				
不要 発射	72MHz 帯 75MHz 帯	搬送波より -56+10logTP {dB}以下	47-74MHz	規定なし	規定なし	27MHz 帯	搬送波より -43+10logTP {dB}以下	
			87.5-118MHz			4nW 以下	72MHz 帯	搬送波より -56+10logTP {dB}以下
			174-230MHz			1GHz 以下	250nW 以下	
			470-862MHz				1GHz 超	
使用 条件	規定なし		規定なし		規定なし	規定なし		
免許の 要否	50MHz を除き 免許を要しない		免許を 要しない		免許を 要しない	免許を 要しない		
適合 証明 ラベル	72MHz 帯 75MHz 帯	FCC の ID ラベル	CE (!) ラベル (R&TTE 指令による)		認可ラベル	MIC 認証 ラベル	ETC 認証ラベル	

3.3 2.4 GHz帯小電力データ通信を使用するラジオコントロール

模型飛行機等のラジオコントロールには、先に示したVHF帯を使用する装置のほか、既存の各種の無線システムを利用することが考えられるが、これには、数100mの通信距離において遅延の少ない通信が必要であること、特にホビー用では免許等手続が不要で低コストである必要があることから、新たなものとしては、2.4 GHz帯の小電力データ通信を使用するものが普及しつつある。

2.4 GHz帯小電力データ通信システムの概要は表3.3-1のとおりである。

表3.3-1 現在の小電力データ通信システムの規定概要

区分	2400～2483.5MHz を使用するもの	2471～2497MHz を使用するもの
空中線電力	10mW/MHz以下 (2427～2470.75MHzの周波数ホッピング(FH)等は3mW/MHz)	10mW/MHz以下
占有周波数帯域幅	・周波数ホッピング(FH) 83.5MHz以下 ・その他 26MHz以下(拡散帯域500kHz以上)	26MHz以下(拡散帯域500kHz以上)
スペクトル拡散条件	スペクトル拡散をする場合は5以上	スペクトル拡散をする場合は10以上
ホッピング方式条件	滞留時間0.4秒以下	滞留時間0.4秒以下
その他条件	デジタル通信方式であること (直交周波数分割多重(OFDM)を含む)	スペクトル拡散方式であること
アンテナ条件	絶対利得2.14dB以下 (等価等方輻射電力相当により利得追加可能)	絶対利得2.14dB以下 (等価等方輻射電力相当により利得追加可能)

注：拡散率とは、拡散帯域幅を変調信号の通信速度に等しい周波数で除したもの

3.3.1 2.4 GHz帯の小電力データ通信をラジオコントロールに使用する場合に考慮すべき事項

2.4 GHz帯の小電力データ通信をラジオコントロールに使用することは、一般に、制御項目(操縦チャンネル)を多く設定しやすい、大会など同一場所に集中して運用する場合に対応するため、多様な変調方式で混信にも強いものを製造できる可能性がある、アンテナを小さくできるといった利点があるが、一方、小電力データ通信の現在の利用状況に関し、次のような点について考慮が必要である。

(1) 当該周波数帯は多様な用途に使用されていること。

VHF帯を使用するラジオコントロールと異なり、本周波数帯は、データ通信のほか、電子タグやアマチュア無線、各種産業・家庭製品にも使用されており、データ通信に限っても、家庭内のほか、企業オフィス、街頭の公衆アクセスポイント等として、広く高密度

で使用されており、かつ、それらの機器の設置の有無・利用中であるか否かは目視ではわかりにくい状況にある。

(2) 混信を容認しつつ一定の品質の範囲で通信を行うものであること。

小電力データ通信では、一般に、一定の混信の影響を受けることが想定されており、特にインターネット利用(IP)においては、ベストエフォートとして、通信速度が変動することを容認しつつ使用すべきことが広く知られている。

ラジオコントロールが利用する場合は、以上のように小電力データ通信が電波利用している状況を考慮されるべきであるが、他方で、

- A 近年、ラジオコントロールを利用可能な公園等に限られ、特定の時間帯・場所において多くの機器が集中して電波の利用密度が極めて高くなる可能性があり、このような状況を想定して相互に干渉をできるだけ軽減する機能が求められること
- B ラジオコントロールの利用者であっても電波に対する十分な知識がない場合があり、他の利用者が運用中の場合には無用の送信を控える等の干渉を避けるような運用上の配慮がなされない可能性があるため、このような運用上の配慮が十分でなくとも干渉を与えにくくする機能となっていることが望ましいこと。
- C ラジオコントロールにおいては、比較的軽度の混信による通信速度の低下も操作反応の遅延につながる可能性があるため、一定の水準以下の突発的な混信等による操作遅延の増大をできるだけ抑える必要があること

といった条件を考慮し、特に屋外で飛行する模型飛行機等を中心に、できる限り安定した通信が可能となるような工夫が求められる。

例えば、模型飛行機に使用する場合には、受信機を搭載した飛行機がおおむね半径500m程度の範囲を最高時速90km(秒速25m)程度で飛行する可能性があり、干渉等により通信情報に多少の欠落があっても操作の遅延が概ね100ms程度以下の範囲にとどめる必要があると言われている。

3.3.2 混信による影響等の軽減の方策

ラジオコントロールが受ける混信等による影響を軽減することは、特に上空を飛行する模型飛行機を中心に利用の安全性を向上させるとともに、利用者の利便性を向上し、ひいては、ラジオコントロールが利用される地域での電波の有効な利用となる。このような影響の軽減方策としては、次のようなものがある。

- A 電波の利用において、混信の影響の少ない変調方式や混信回避を考慮した方式を用いる。
- B ラジオコントロール制御の機能において、通信が遅延し、遅延により制御が失われた場合にも適切な操舵や機体姿勢等の維持を行う機能を持たせる。

本件においては、電波の利用の観点から、Aについて検証する。

(1) 電波利用における混信等の影響の軽減方策

本周波数帯の電波をラジオコントロールに使用するにあたり、混信等の影響を軽減する方策としてはおおむね次の方法がある。

ア キャリアセンス方式

通信初期にキャリアセンスを利用して周辺地域におけるチャンネルの利用状況を検出し、混信を避ける方法。

イ 周波数ホッピング方式

利用周波数を高速で定期的に切り替える方式。

なお、ラジオコントロールにおいては、携帯性や普及の観点から装置をできるだけ単純・小型にする必要があることから、混信回避の手法としては、混信に効果的な水準の拡散率による直接拡散や直交周波数分割多重方式の利用はなされにくいと考えられる。

(2) 混信等対応の具体的な機能

混信等対応の具体的方策・機能については、次のとおりである。

ア キャリアセンス方式

キャリアセンスを利用して周辺地域におけるチャンネルの利用状況を検出し、空きチャンネルを選択する方式である。最も簡便で一定の効果があると考えられるが、送信機に受信回路を設ける必要がある。

この場合において、ラジオコントロールは継続的な制御の確保を優先するべきことを考えると、通信中（操縦中）においての停波は、特に高度な切り替え制御を行う場合を除いて現実的ではないことから、キャリアセンスは運用開始の初期（電源投入直後等）のみに行うことが考えられる。

イ 周波数ホッピング方式

周波数ホッピング方式においては、ホッピング滞留時間をある程度短く設定することで、他の通信への干渉を軽減するとともに、自らの通信に発生する遅延の可能性を軽減し、短縮することが可能である。

その検討結果は次のとおり。

A 操舵の遅延許容時間：100ms程度

B 遅延をもたらす連続した混信衝突の想定：1回

その概要は図3.3.2-1のとおりである。

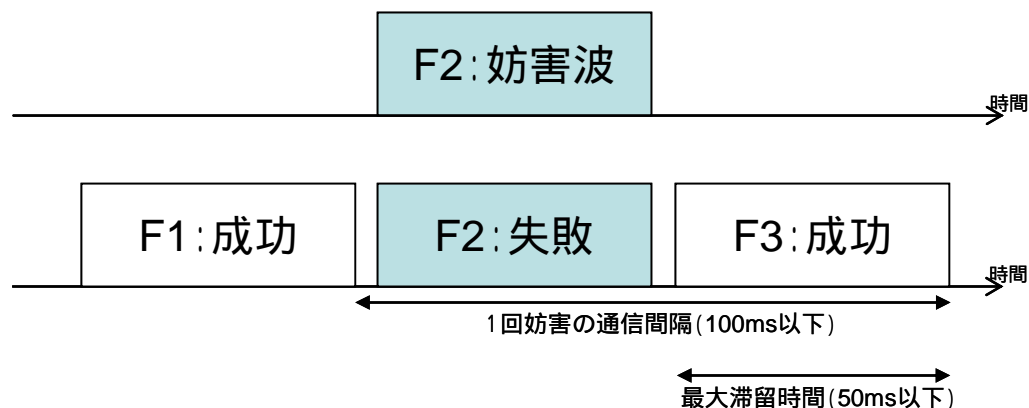


図3.3.2-1 ホッピングにおける滞留時間

同図のとおり、1回の通信失敗においても100ms程度の遅延において操舵を行うために、ホッピングの滞留時間は $100 / 2 = 50$ ms以下にとどめることが有効である。

この場合においては、キャリアセンスを行うことは要しない。また、特定の周波数に繰り返し滞留することを想定した滞留時間の積算合計については、現在の基準（直接拡散等を併用しない場合、 0.4 秒 \times 拡散率の時間内で 0.4 秒以下）のとおりとする。

3.3.3 結論

2.4GHz帯の小電力データ通信をラジオコントロール(無線操縦)に使用する場合においては、安全性を確保しつつ周波数の有効利用を図って運用するために、相互に混信の影響の少ない方式を利用することが望ましい。なお、各種無線装置・システムを無線操縦、特に飛行体の操縦に使用する場合は十分な注意が必要であり、必要に応じて技術基準を定める必要があるが、これらの基準を追加するに当たっては、既に個々の工夫により利用している場合があることを念頭に置き、一定の経過措置を設けることが望ましい。

3.4 VHF帯のラジオコントロール送信機の関連基準と運用制限

3.4.1 基準と運用の制限

我が国のラジオコントロールは、昭和32(1957)年の制度創設から、免許を要しない無線局であって、子供から大人まで気軽に利用できる無線機として現在まで幅広い分野で利用されており、現在、27MHz/40MHz帯ラジオマイク(以下「ラジオマイク」という。)とともに、利用可能な周波数の範囲に加えて、次のような電界強度の基準と運用の制限が定められている。

A 電波の強度は、送信機から500メートルの距離で200 μ V/m(電波法施行規則第6条第1項第2項)

B 建築物の内部又は建築物から500メートル以上離れた場所で運用(昭和32年郵政省告示第708号)

これらの基準等は、当時のラジオコントロールの送信機として火花式送信機が用いられていたこと等を受け、ラジオコントロールが発射する電波と同一又は帯域外の周波数における他のシステムへの影響及びその運用方法による他のシステムへの影響を懸念し、200 μ V/m(距離500メートル)の電界強度レベルを設けるとともに、その運用方法についても規制がされている。

通常の運用形態としては、屋内で利用(主に、模型自動車やラジオマイク。)と屋外(主に、模型船舶や模型飛行機。)の利用が想定されるが、屋内であれば仮に他のシステムに干渉があったとしても運用を直ちに停止することが可能であり、もとより自らの無線設備に限った影響が主であることなどの理由により容易に干渉を回避することが可能であると考えられる。

一方で、屋外では、このような対策は取りにくく、社会における電波利用の黎明期において一般家屋等での利用動向が予想し難かったこと等から、屋内と屋外の区分点(建築物)から500メートル程度離すことで、当時想定される通常の受信性能の機器を使用した他のシステムが一般家屋に普及したとしても影響を与えないといえるレベルまで軽減すべきと判断されてきた。

現在、ラジオコントロールが利用している27MHz/40MHz/72MHz/73MHz帯については、他に広く一般家庭に普及しているサービス・無線機器はなく、また、広帯域な伝送が需要の中心となっており、ラジオマイクについてもより高い周波数帯の特定小電力無線局方式が主流となってきている昨今を踏まえると、周波数の低いVHF帯においては、今後とも一般家庭等における大幅な利用需要は見込まれない状況にある。

3.4.2 微弱電波の無線局の電界強度の基準値

他方、ラジオコントロール(ラジオマイクを含む。以下3.4項内で同様。)と同様に、一定の電界強度を基準において免許を不要として利用できる無線局のひとつに、いわゆる微弱電波の無線局がある。当該無線局においては、次のような基準値(電波法施行規則6条第1項第1号)が定められている。

表3.4.2-1 我が国の微弱電波の無線局の電界強度の基準値

32.2MHz以下	3mの距離で500 μ V/m以下
32.2MHzを超え 1.0GHz以下	3mの距離で35 μ V/m以下

10GHzを超え 150GHz以下	$3.5 \times \{f\} \mu V/m$ 以下 ($\{f\}$ は周波数GHz)
150GHz以上	500 $\mu V/m$ 以下

この基準値は、昭和63(1988)年に、実際の測定をより合理的に実施できるよう、それまでの規程を改定し定められたものであり、この基準値内であれば他への影響を許容可能な範囲にとどめつつ、任意の場所・用途で利用できることと理解されている。(ただし、恒常的に他の無線局に支障を与える場合は、基準値内であっても電波法に基づき排除命令が可能。)

この内容から、ラジオコントロールは、当初から帯域外の不要発射による影響を懸念していたことや、電波法施行規則において「電波が著しく微弱な無線局」(第6条第1項。いわゆる微弱電波の無線局より広い範疇。)と規定されていることを考慮すると、帯域外の不要発射の電界強度は、他の無線局に影響を与えないこと主眼として制定しているスプリアス発射の許容値、又はそれよりも更に低いとされる上記基準値内となっていると理解されている。

他方、このような理解に立つと、特に同一周波数帯において他のシステムに混信を与える可能性がない場合には、いわゆる微弱電波の無線局と同様に、任意の場所・場面での電波発射が許容されるべきであると言える。なお、昭和63(1988)年に、いわゆる微弱電波の電界強度の基準値の規定が改正され、当該電波についてより明確な測定が可能となっていることもあり、ラジオコントロールの副次的な発射についても明確に測定が可能と考えられる。

3.4.3 ラジオコントロール機器における帯域外の不要発射の現状

今般、主要メーカの機器について、帯域外の不要発射強度等について参考資料6のとおり測定が実施されている。

その測定結果は、図3.4.3-1のとおりであり、いずれも表3.4.2-1の微弱電波の無線局の電界強度の基準値を下回っていることが確認された。

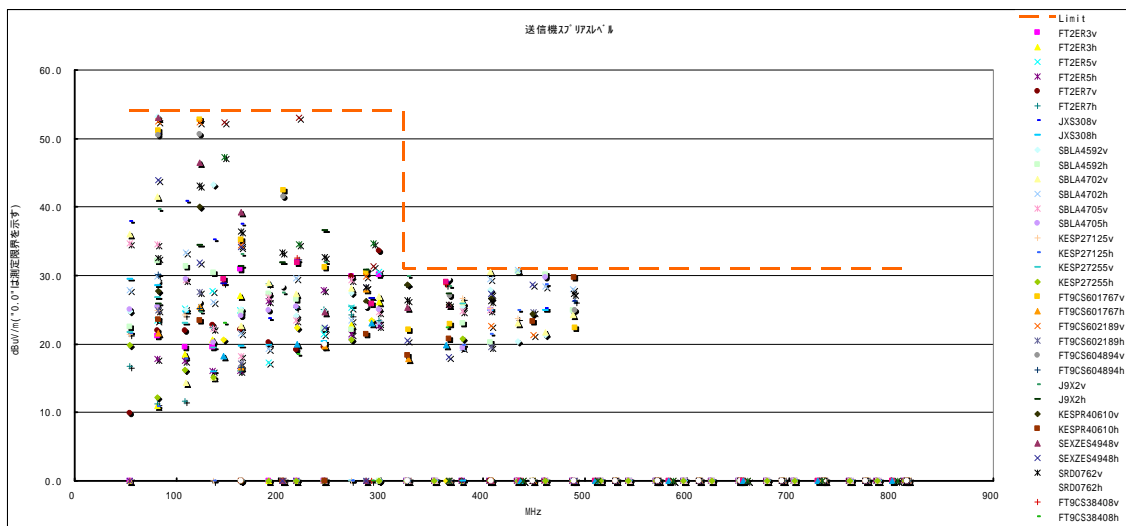


図3.4.3-1 主なラジオコントロールの不要発射強度の測定結果

3.5 ラジオコントロールの技術的条件等について

3.5.1 2.4GHz帯の小電力データ通信を利用したラジオコントロールの技術的条件

2.4GHz帯の小電力データ通信を屋外で飛行させる航空機のラジオコントロール(無線操縦機器)に使用する場合においては、安全性を確保しつつ周波数の有効利用を図って運用するために、相互に混信の影響の少ない方式として、2.4GHz帯の小電力データ通信の技術的条件に、次の技術的条件を追加する。

なお、これらの基準を追加するに当たっては、既に個々の工夫により利用している場合があることを念頭に置き、一定の経過措置を設けることが望ましい。

(1) 変調方式ごとの要件

2.4GHz帯の小電力データ通信を利用したラジオコントロールに適した変調方式ごとの条件は、いずれかに合致するものであること。

ア 周波数ホッピング方式

滞留時間は、50ms以下であること。

イ その他の方式

運用開始の初期においてキャリアセンスを行うこと。

(2) その他の技術的条件及び測定法

その他の技術的条件及び測定法については、2.4GHz帯の小電力データ通信と同一とする。

3.5.2 VHF帯を利用したラジオコントロールに対する運用制限の緩和

3.4.2のように、微弱電波の無線局が、他の無線局等に与える影響が許容範囲内であることとして自由に運用が可能となっていることを鑑み、ラジオコントロール(同一の基準のラジオマイクを含む。)に関しても、電波干渉の観点から建築物から500メートル離すこととされている条件については、撤廃しても支障ないと考えられる。

なお、これらの機器は、免許を要しないものであって、電波法令に基づく特段の検定・認証制度の対象にされてきてはいないため、すべての機器の把握は困難であるが、現在の微弱電波の基準の制定された昭和63(1988)年以前に製造された機器についても、既に当該規定の改定・制定から20年近くが経過しており、ラジオコントロール機器の利用実態から、電波干渉に関して新たに重大な支障が生じることはないものと考えられる。

今後のニーズを踏まえ、国民の充実した生活の糧である趣味としてのホビー用ラジオコントロールや、安全・安心の確保、経済・産業の発展のために必要となる産業用ラジオコントロールの利活用を鑑み、速やかに関係規定が整備されることが期待される。

なお、ホビー用ラジオコントロール、産業用ラジオコントロールが共に、安全に運用するために、今後とも、利用者においてはマナーを守り、周囲の状況に配慮した運用が求められるとともに、関係団体においては、積極的にその指導體制の構築や教育環境の整備、モラル・マナー等の啓発や社会的理解を得るための活動の促進、関係者間の調整や良質の製品の流通を図る機能の充実をもって、更にラジオコントロールの運用上の工夫等を行い、今以上に、それぞれの使途・用途で高度な利用、有意義で有効な活用を図ることが期待される。

第4章 動物の検知・通報システムの技術的条件

4.1 野生動物の概要と現状

近年、動物の生息圏と人の生活圏が重なる傾向にある。

このため、野生動物による住民への危害や農作物被害が深刻な社会問題化してきている。

これらの原因となる本格的な生活圏の重複は江戸時代から起こっているといわれているが、農林被害が一層顕著になったのは、戦後の木材需要が増大し、大規模な造林事業が全国的に展開された後の昭和45(1970)年代になってからである。その後、木材価格の低迷とともに、除間伐作業など人工林の取り扱いが疎かになり、野生動物の主要な生息地である森林がその価値を低めてきたのと同時期と考えられている。

加えて、中山間地域を中心に、地域住民の人口減少及び高齢化などによる耕作放棄地の拡大が野生動物との棲み分けを困難にしてきている。さらに特定の地域における野生動物の個体数増大も農林被害の大きな要因となってきている。

一方で、これらの生活圏の切り分けや被害の防除や軽減のために、野生動物と人間の活動域を分離するための環境管理が必要とされている。野性動物の行動を追跡し、野生動物の生態を的確に把握し、また、野生動物を適切に保護しつつ生活・産業の影響を最小限にする数多くの取り組みが行われている。

4.1.1 野生動物の生態と調査状況

1 調査・把握対象の野生動物

我が国で調査・研究・把握の対象とされ、あるいはその要望の発生する可能性のある動物として、陸上哺乳類としては、クマ類(ツキノワグマ、ヒグマ)、ニホンザル、ニホンジカ、タヌキ、アカネズミの6種があり、その他のものを含めて、調査等目的の概要を表4.1.1-1に示す。

我が国は豊かな自然を背景に、多様な動物が生息しており、それらのほぼすべての行動・生態が何らかの形で調査等の実施対象となっているほか、最近、海外から持ち込まれて生態系を乱す可能性のあるいわゆる外来動物も加わって、調査等の実施対象は多岐にわたっている。

また、特定鳥獣保護管理計画制度(以下、特定計画と呼ぶ)では、シカ、クマ、サル、カモシカなど地域的に著しく増加又は減少している個体群に対して、個体数又は生息密度の目標を設定し、地方自治体では、固定数調整や重点保護を含む保護管理のプログラムを作成し、実行することとなっている。

表4.1.1-1 我が国で調査等の実施対象となる動物の概要

主な分類	動物の種類	主な調査目的
クマ	ヒグマ・ツキノワグマ	被害、保護、研究
シカ	ニホンジカ・エゾシカ	被害、保護、研究
サル	ニホンザル・タイワンザル	被害、保護、研究
タヌキ	アライグマ・アナグマ	被害、保護、研究
ネズミ	アカネズミ	被害、保護、研究
その他	イノシシ	被害、保護、研究
	鳥類	保護、研究
	は虫類・両生類・昆虫等	被害、研究

この特定計画においては、科学性や計画性が求められ、対象個体群の動向として、生息数や生息密度、分布域、捕獲した個体の性年齢構成などを内容とするものに加えて、被害状況や生息環境について、継続的な調査・把握が必要とされている。

野生動物の生態の調査等の活動について、取りまとめると、その目的は大きく分けて、
 ア 人間生活・産業への被害を防止することを主な目的とするもの（被害）
 イ 野生動物の保護活動の一環又保護方策を検討することを主な目的とするもの（保護）
 ウ 学術的な研究を目的とするもの（研究）
 があり、これらの中一つ又は複数の目的のために調査等が実施されている。

2 主な動物の生態の概要

主な把握・調査対象動物の生息地域・行動範囲等の生態概要については、表4.1.1-2に示し、対象動物それぞれにおいて体軀（体重）の幅が広く、行動範囲や移動距離にも差があり、調査においても工夫が求められる。

表4.1.1-2 主な把握・調査対象動物の生息地域・行動範囲等

主な分類	生息地域	行動単位・行動範囲・移動距離	備考
クマ	北海道・本州・四国の山岳	単独、数十平方 km、数 Km/日	冬眠行動有
サル	北海道を除く全国山野	10～100 頭の群れ、10～30 平方 Km、数 Km/日	
イノシシ	北海道除く全国山野 （九州北部、四国北部、北陸、信越、関東や東北等、平野部と積雪地域）	成獣で見ると単独型社会 人家近くの里山に生息	
ニホンジカ	北海道から沖縄（慶良間列島）まで全国的	単独～10 数頭の群れ 数十平方 Km、数 Km/日	夜行性

主な動物の生態については、次のとおりである。

（1）ツキノワグマの生態

ア 分布

本種は東アジアに広く分布する動物で、日本に生息するのはそのうちの1亜種とされる。日本では、本州及び四国に生息し、九州では絶滅した可能性が高い。また、紀伊半島、中国山地、四国における地域個体群は絶滅のおそれがある。森林、とくに落葉広葉樹林に依存して生息し、夏季から秋季には高山帯までを利用することがある。

イ 形態

頭胴長 1m、体重 100kg を越える個体もいるが、性成熟には 4～5 年かかる。一般に、オスはメスよりも大型である。

ウ 生態と行動

基本的に単独で行動するが、母親は子グマを 1～1 年半伴う。食性は雑食であるが、冬季には木の洞や岩穴などで冬眠をする。メスは冬眠中に出産子育てを行う。



出典：哺乳類分布調査報告書（平成 16 年 3 月環境省生物多様性センター）

移動距離や行動圏の広さは、性、年齢、繁殖状態によって差があるとされる。また、地域的な特性や季節移動する個体も観察されている。

行動圏については、研究者が少なく論文として公表されている事例が少ないが、地域にはばらつきがあることが明らかになっている。

(2) ニホンザルの生態

ア 分布

ニホンザルは日本の固有種で本州、四国、九州とその周辺の島に生息する。北限は青森県下北半島、南限は鹿児島県屋久島である。森林の樹木に依存して生活し、海岸沿いの照葉樹林から山地帯の落葉樹林までが生息域の中心であるが、中部地方の山岳地帯では夏季に 3000m 付近の高山帯ハイマツ林までを行動域にする群れもある。

環境省生物多様性センターの調査によると、昭和53年(1978)には、ニホンザルの生息が確認されなかった多くの地域において、平成15年(2003)に実施された調査では新たに生息が確認されており、全国的に分布が拡大してきている。

イ 形態

温暖な照葉樹林帯のサルは一般的に小型であるのに対して、寒冷地の落葉樹林帯のサルは大型である。オスはメスより大きい。オスは、頭胴長 53~60 cm、体重 10~18 kg。メスは頭胴長 47~55 cm、体重 8~16 kg。



出典：哺乳類分布調査報告書(平成16年3月環境省生物多様性センター)

ウ 生態と行動

ニホンザルは 10 数頭~100 頭程度の群れを単位として生活している。オスは成体になるまでに生まれた群れを離脱して単独生活(ハナレザル)の後、別の群れに加入して群れのメンバーとして生活する。その後群れの離脱と新たな群れへの加入を繰り返す生活を続ける。この過程で、100km を超える長距離移動をするオスもいる。一方、メスは一生を生まれた群れで生活する。

群れの行動域面積は群れの個体数や生息環境で大きく異なり、一般的に個体数の大きな群れほど、また照葉樹林より落葉樹林に生息する群れほど大きな面積を必要とするが、サル群れの行動には群れ毎の変異が大きい。

(3) イノシシの生態

ア 分布

本種はユーラシア大陸に広く分布し、日本では本州以南から南西諸島に生息する。南西諸島に生息するものはリュウキュウイノシシと呼ばれ、亜種とされる。東北等の多雪地域には生息していないが、近年ではこうした地域にも分布が拡大している。

環境省生物多様性センターの調査によると、昭和53年(1978)にはイノシシの生息が確認されなかった関東、東北、北陸等の地域において、平成15年(2003)に実施された調査で新たに生存が確認されており、東日本への分布の拡大が見られる。

イ 形態

成獣は頭胴長 1 m、体重 50～60kg だが、一般にオスはメスより大型で、100kg を超す個体もいる。満 1 歳で繁殖し、出産仔数は 2～8 頭であるが、平均寿命は 2～3 年である。

ウ 生態と行動

基本的に単独性で、母親は当歳の仔さらには前年の仔を伴って行動する。群れを作る動物と誤解されるが、これは多産であることから母親が仔を伴っていると群れのように見えるためである。食性は雑食であるが、主な餌は植物質で占められる。

野生下における行動に関する研究はまだ少ないため、不明な点が多い。

(4) ニホンジカの生態

ア 分布

ニホンジカは、中国などの東アジアに分布し、日本では北海道、本州、四国、九州及び対馬や屋久島などに生息する。多雪地域では分布が制限されるが、季節移動により高山帯に生息することもある。

環境省生物多様性センターの調査によると、昭和

53年(1978)にはシカの生息が確認されなかった東北、北陸等の地域において、平成15年(2003)に実施された調査で新たに生息が確認されており、全国的に分布が拡大する傾向にある。

イ 形態

オスでは、1歳以上の個体で角を有するが毎年春に落角する。本州におけるシカの頭胴長は 120～160cm、体重はメスで 40～50kg、オスでは 80kg になる。

ウ 生態と行動

食性は草食性で、1日で 5kg 程度の餌を摂取する。繁殖は 1～2 歳で開始し、春に出産するが、産仔数は 1 頭である。秋の交尾期には、オス同士が闘争をして、数頭から 10 数頭のメスによるハーレムを形成する。

かつては大規模な季節移動をしていたと考えられているが、生息域が分断され、定着性が強い個体もいる。房総のシカ調査会(2004)によると、行動圏の年平均面積は、メスで 64.4ha、オスで 95.8ha で、ほとんどの個体は年間を通して一定地域に定住している。



出典：哺乳類分布調査報告書(平成16年3月環境省生物多様性センター)



出典：哺乳類分布調査報告書(平成16年3月環境省生物多様性センター)

4.1.2 農産物等被害と対策の現状

野生鳥獣による農作物等被害²の状況は、平成17(2005)年度被害金額において約200億円であり、その6割が獣類、4割が鳥類によるものであり、獣類のうち8割以上がイノシシ、シカ、サルによるものである。(図4.1.2-1、表4.1.2-2)

1 鳥獣による被害拡大の要因

鳥獣による被害拡大の要因として、気象の変化、生息環境の変化が上げられており、少雪化や暖冬傾向による生息適地の拡大も関係している。

また、鳥獣の種類や地域によっては里山における管理の粗放化等による生息域の変化による繁殖率の向上、生殖年齢の低下や幼獣の死亡率の低下などが加わって、分布域がさらに拡大してきている。

また、農村地域においては、過疎化や高齢化等に加えて鳥獣による農作物被害に伴う農業者の生産意欲の低下等も耕作放棄地の増加の原因となり、これがさらなる被害を招くという悪循環が生じているとも言われている。

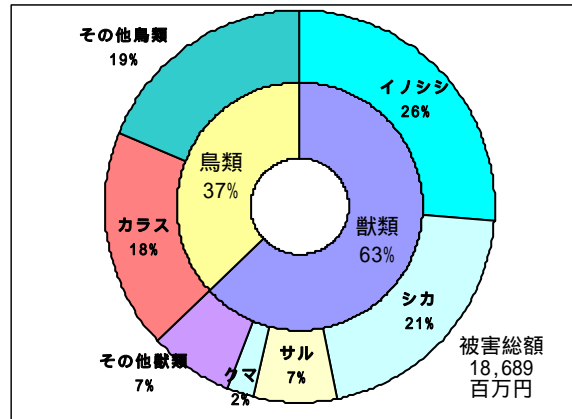


図4.1.1-1 野生動物による被害状況

参考文献(平成18年度 食料・農業・農村白書)

さらに、狩猟者(平成14年度の狩猟免許取得者数約20万人)の減少や高齢化等に伴い、地域によっては狩猟による捕獲圧(サルは除く)が低下してきていることもその要因と想定されている。

表4.1.2-1 主な動物と農作物等の被害

主な分類	主な農作物等の被害	現状の対策手法	備考 (平成17年 農作物)
イノシシ	水稲、陸稲、麦類、豆類、雑穀、いも類、クリ、コンニャク、ソバ、タケノコ、ワサビ、トウモロコ、飼料作物等	忌避剤、防護柵(有刺鉄線、トタン網)、電気柵、爆音器、テープ、コールタール、拡声器、犬	約49億円
シカ	スギ・ヒノキ・マツ林、水稲、甘藷、豆類、トウモロコシ、野菜、牧草	防護柵(網、有刺鉄線)、電気柵忌避剤	約39億円
サル	スイカ、トウモロコシ、ミカン、カキ、クリ、ピワ、豆類、水稲、ウリ類、甘藷、野菜、雑穀、キノコ類、マツ、人畜	防護柵(トタン、網)、電気柵、爆音器、犬	約14億円
クマ	リンゴ、モモ、ブドウ、カキ、クリ、ナシ、養蜂、トウモロコシ、水稲、スギ・ヒノキ林、(人畜)	防護柵(有刺鉄線)、電気柵、爆音器、からしスプレー	約3億円

2 農産物等の対策の現状

(1) イノシシに対する対策

イノシシは、高い繁殖力のため捕獲のみの依存は禁物とされており、被害管理と生息地管理が重要である。また、イノシシは平野の生き物であり、行動範囲からも、里などにある作物は最高の食べ物となっている。

イノシシは、先述のとおり、成獣で見ると単独型社会で、人家近くの里山に生息している。

また、多くは、隠れ場所や食物などの多い藪を好む傾向にあり、日中、林の中で休息し、姿を見せないとされているが、人間の影響が少ない地域では昼間も活動すると言われている。

このような場合、農作物を害する個体は農地の近くに潜伏する傾向があるため、対策としては、被害農地の近くに潜伏する個体を捕獲すると効果大と言われている。

また、広域捕獲は被害低減のためには必要だが、他方で捕獲活動による未生息地域への拡散に注意が必要である。

一般的に、これらの被害対策を施すに当たっては、これまで生息しなかった地域で被害が問題化（九州北部、四国北部、北陸、信越、関東や東北等、平野部と積雪地域）してきていることや、広域地域での被害対策の考慮が必要であって、このため、効率的な捕獲のための広域連携による取組みも大切とされている。

具体的な方法として、小型檻は、イノシシの出没状況に応じて設置場所を変えることができ、くくり罠などと比べて捕獲技術が容易であることから普及が期待されている。

（２）シカに対する対策

シカは、北海道から沖縄（慶良間列島）まで全国的に、国内の約 40%の地域に生息しており、分布域は25年間で約1.7倍に拡大してきている。

シカは、被害対策への学習能力が優れており、生息場所によってシカの生態も変わることに加えて、被害対策に馴れてしまい、効果がなくなることがある。

また、集落での目当ては、本来、農作物よりも雑草であるが、雑草で集落に餌付けされ、ついでに農作物も食べることとなり、それに起因した被害が発生している。

具体的な対策方法として、雑草にも配慮した柵の設置と管理を考えた防護柵と捕獲による被害防除、シカを誘引しない農地管理、シカに配慮した農地管理・作業体系で雑草量を減らすなどの集落環境管理等がある。

（３）サルに対する対策

サルに対する対策は、総合的に捕獲にだけ頼ると悪循環となると言われている。

その理由として、次のようなものが上げられる。

群れ全体を捕獲するのは困難で、時間と専門的な知識が必要。サルは罠や銃撃に馴れ、次第に捕獲が困難になる。

捕獲で消滅した群れや個体数の減った群れの代わりに、隣接していた別の群れが新たな加害群になることもある。

捕獲に頼り、他の防除法を怠ると、加害ザルを作り出しながら、捕獲をするという悪循環に陥る。

また、個体群保全（特定鳥獣保護管理計画に基づく計画的な捕獲。）や動物愛護にも配慮が必要となる。そのために、電波発信機等を活用した群れの実態把握とモニタリングを行い、対策の有効性を検証しながら捕獲が必要である。

具体的な対策方法として、ロケット花火等の活用による追い払い体制の整備や追い払い犬の利用、電気柵、網の設置などがあり、特に電気柵、網を利用する場合は、日常の点検整備が重要となっている。また、食害を放置していることは、サルを餌付けしていることと同等の状況になるため、農地周りの適切な環境整備も効果が高いと言われている。

4.2 動物を検知・通報するための無線システムの利用

4.2.1 無線による群れの動きの把握

無線システム（電波発信機）は、野生動物の動きの把握に有効なものとして期待される。

サルを例とすると、サルは、メスを中心とした母系社会で群れをつくり、群れごとに行動圏（遊動域）を持つ。そこで、群れのメスザルに電波発信機を装着して追跡することによって、群れ全体の動きを把握（テレメトリー調査）することができる。

このテレメトリー調査の手法を用い、サル個体群の位置を把握し、その情報をサル接近地域に事前に知らせることで、追い払いなどに活用することが可能である。

一方、サルの群れの位置を特定するために、捕獲した成獣のメス（1つの群れに3頭程度）に電波発信機を装着後、放獣して群れに戻す必要がある。電波発信機は主に電源の能力により利用可能期間が決まるため、経年的に群れを追跡し続けるには、サルの群れの構成の変更も考えると、毎年一定数のサルを捕獲して、それぞれに2～3年程度の利用可能期間をもつ発信機を装着する必要があるとされている。

4.2.2 生態調査・研究目的のための位置把握

イノシシやシカは、夜行性で単独行動を取る生態のため、1頭を捕獲して行動実態の把握を行ったとしても、地域全体の動向を把握することができないとされている。

このため、一旦捕獲したあと、個体群保全や動物愛護の観点から再放獣するに当たって無線システムを装着し、それにより動態管理をしたとしても、特定の地域に住み着いた特定の個体のような場合を除けば農作物等の被害防止対策にはつながりにくい。

一方で、これらの野生動物は、その生態として生活する地域の環境に即した行動を行うと言われていることから、その地域ごとの生態を解明（研究）することで、将来の対策となる可能性があると考えられている。

また、農作物被害防止策等は、成功した事例による対策方法が全国に広まる場合が多いが、同一の方法でも別の地域でそれほど効果を上げない場合もある。

採用した対策が効果を上げるためには、野生動物がどのような反応をするかなどの生態の解明も重要となっている点でも生態調査のシステムが必要となる。

これには、野生動物の行動パターンを確認するため、個別（又は群れごと）の識別と動物の移動に合わせた位置情報が必要となり、即時性よりも継続した位置情報が安定して収集できることが求められる。

一方、研究目的の場合、位置情報の常時把握を要する場合や大量の生態データが必要されることがあり、群れで行動する野生動物の場合でも個別の識別が必要となる場合もあると考えられる。

4.2.3 その他愛玩動物等への利用の可能性

山間部で対象となるのが野生動物であるのに対して、都市部・人里においては、主に愛玩動物（いわゆる「ペット」（愛玩動物。一部家畜を含む））に対して、それらの動物の動態や迷子の把握のために利用されることが想定される。

これらの動物の現状は、参考資料1のとおりであり、ペット（主に、飼い犬や猫）の総数は、約1,900万頭（犬・猫のみ）であり、日本では、1人あたり0.149頭が飼育していることになる。

このうち、室内飼育率は、犬で56%、猫で92%であり、犬と猫を同数とした場合、これらが屋外にいる可能性は26%となり、相当数の比率で屋内において飼育されている。

一方で、散歩や運動などのために、屋外での行動も想定される。この場合、通常、飼い主等が把握できる範囲で行動を行うこととなるが、状況によっては、動物が迷子等になる可能性があり、また家畜等においては、通常柵で囲われた範囲の行動となるが、それを超えて行動してしまう可能性がある。

これらの不測の事態の状況把握のために、前述のシステムを利用して、その他動物に関し

て、動態把握等を求める需要も将来的に期待されているところである。

4.2.4 諸外国における検知・通報システムの状況

諸外国においても、前述のような動物を検知する無線システムが導入されている。次にその状況について示す。

(1) 米国

米国においては、FCCルールのパート 90.248 に「Wildlife and ocean buoy tracking (野生生物及び海洋ブイ追跡)」があり、40.66-40.70MHz 及び 216-220MHz で、海洋ブイや野生動物の追跡、及びこれらからの科学データテレメトリに使用できることになっている。

最大ピーク送信出力(キャリア)は、飛行生物のアプリケーションの場合は1mW以下、陸上生物の場合は10mW以下、海洋ブイについては100mW以下となっている。

また、31MHz帯、44MHz～45MHz帯及び150MHz帯で、野生生物トラッキング/テレメトリー及び公共の森林保護活動に関わる送信機を使用することが出来ることとなっている。ただし、この使用はsecondary basis(2次業務)とし、規則に定められた周波数で運用している他のライセンス保持者のサービスに干渉を与えてはならず、送信出力は、平均電力で5mW以下とし、ピークパワーは100mWを超えてはならず、これは取り外し不可のアンテナで測定した場合となっているおり、送信機とアンテナがユニット0.29V/m、ピーク時は1.28V/m(3m)を超えてはならないこととなっている。

この他に、免許が不要で利用できる場合があるが、送信出力が低すぎることで、干渉を受けやすいことから利用されていない。また、州や大学向けに割り当てられている150～152MHz帯の周波数を使用している場合が多くあるが、当該目的に特化した周波数帯でないことから、干渉の懸念があると言われている。

(2) 欧州

欧州の一例として、山間地域を有するスイス及びスウェーデンを調査した結果、双方ともに、150MHz帯を利用し、技術的条件は、ETST EN300 220-3(ETS EN 300 220-1を一部参照)を準拠した技術基準により利用可能としている。

スイスにおいては、表4.2.3-1のとおり、免許を要しない無線局の無線設備として技術基準を定めて利用可能としてほか、特に必要なプロジェクトがある場合、個別に許可を与えて利用可能となる。

表4.2.3-1 スイスにおける技術的条件の概要

	Parameter	Description	Comments
1	Frequency band	150 MHz band	
2	Radio service	Mobile	-
3	Application	Short range devices	Animal tracking and observation.
4	Channeling Modulation	25 kHz	-
5	Transmit power limit	1mW ERP	-
6	Licensing regime	License exempt	-
7	Frequency planning assumptions	EN 300 220-1	-
8	Reference	EN 60950 EN 301 489-3 EN 300 220-3	Electrical safety EMC Effective use of spectrum
9	Remarks	Animal tracking and observation.	-
10	Notification number	G/TBT/N/CHE/25 2003/9501/CH	-

4.3 検知・通報システムに求められる条件

4.3.1 利用面から見たシステムイメージ

1 野生動物接近警戒システム

田畑・果樹園等の農業地域や住居地域に対する野生動物の接近を検知して警戒や追い払いを行う対象動物としては、前述のとおり、クマ、イノシシ等人に対して直接危害を与える猛獣や、イノシシ・サル・シカ等の農作物を荒らす野生動物などが想定される。

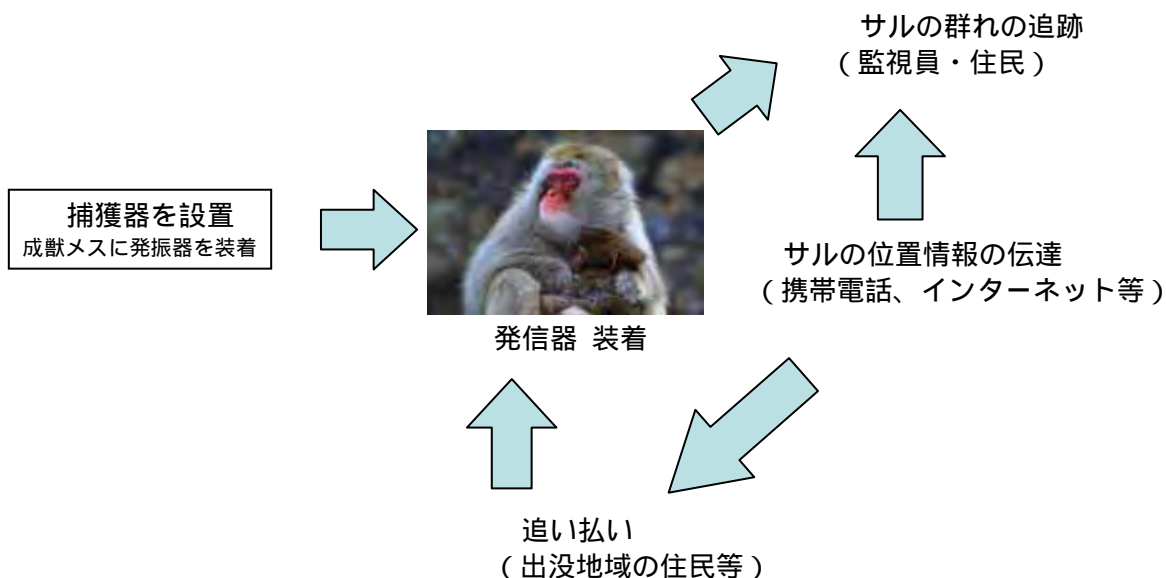


図4.3.1-1 サルの接近警報システムの利用概念図

このような動物の把握を行うためには、発信機からの電波の強度及びその識別のための符号(以下、「ID」という。)から得られる情報を活用した接近警報型システムが有効と考えられる。なお、捕獲した野生動物を放獣する際に取り付けた発信器からの電波を受信機で検出し、内蔵するブザー等のほか必要に応じて携帯電話など電気通信回線等を通じて住民にその接近を知らせ、また、指向性アンテナを用いて接近方向や距離を知ることにより警戒・追跡・追い払い活動に利用することが期待される。

図4.3.1-1にシステムの利用概念を、また、図4.3.1-2にサインポスト方式を含む統合イメージを示す。

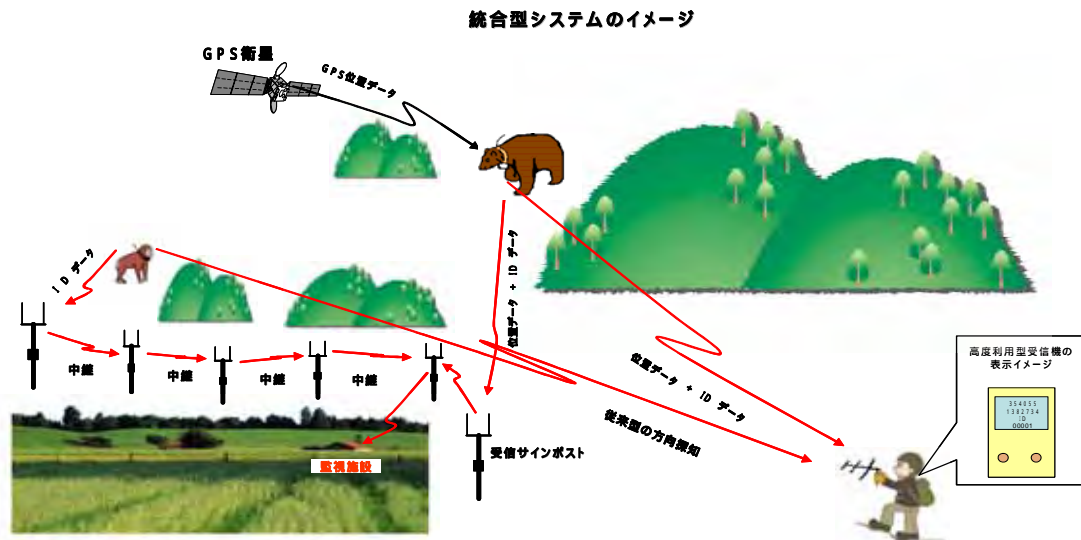


図 2 . 3 . 1 - 2 サインポスト方式及び統合システム

2 野生動物探査システム

野生動物の生態等を把握し、研究等を行うために、その位置を検知するシステムである。発信機から比較的単純なID・ビーコン音響のみを送信し、指向性アンテナによって測定した方位から位置を推定する比較的単純な方法のほか、正確な位置の把握にあってはGPS衛星による位置を受信することによって得られる位置情報を活用した追尾探査型システムが想定される。

なお、1の接近警戒型システムと同様に、対象となる動物の生活圏の周辺に、サインポストのように配置して、野生動物から発信された電波を受信し、受信信号強度のレベルと受信したサインポストを判断して、動物の位置情報を推定・表示し、コンピュータ等へ

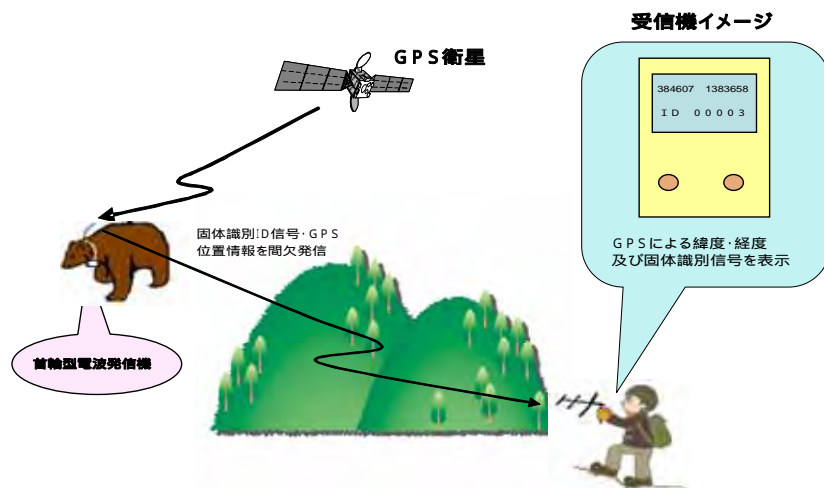


図 4 . 3 . 1 - 3 野生動物探査システムのイメージ

の外部出力を可能とする受信装置も想定されるが、この場合、1に示した既存技術のアドホック中継機能を利用することでシステムの構築がより容易になる、また、従来は人手をかけ

で行っていた野生動物の探査が無人化することにより、低コストでの研究が可能となることが期待される。

4.3.2 技術的なシステムイメージ

1 野生動物の検知・通報の要求条件を満たす電波を活用したシステム

(1) 対象となる野生動物の特性からみた機能要件

目的(被害防止や自然保護・生態調査の学術研究等)により、対象となる野生動物と要求条件は異なるが、野生動物の身体に発信機を付けて検知・通報を行うことを共通の前提とする。

クマ、サル、イノシシ、シカ等が主な対象であり、今回検討するシステムは、いずれも捕獲時に発信機を装着して放獣することを想定している。これら野生動物は一度捕獲した後二度目の捕獲は極めて困難であるので、発信機も越冬を含む電池寿命が課題であり、長期間の使用に耐えうる電池寿命を優先して、場合によっては2年間の利用が確保されることを考慮されたシステムである必要がある。

発信機は使い捨てとなる可能性が大きいいため、安価な汎用システムが求められ、同時に受信設備を含めて安価であることも求められる。

更に、動物に搭載するためには、諸外国では、動物の体重の1%程度以下で設定されていることから、一体型の重量についても考慮する必要がある。

2 被害防止を主な目的とする場合の機能要件

野生動物の被害防止を行う場合は、位置、方向の情報が必要であり、行政機関や対策に当たる機関、被害を受ける住民等がその情報を必要としている。

野生動物の位置は常時詳細に把握できることが望ましいが、それが困難な場合は、接近を検知して警報を行うために、即時に野生動物の接近が判明すること、次にその野生動物の個別識別ができることが求められる。

前述のとおり、クマ、イノシシ、シカなどは単独で行動するため、主に個体による識別が必要となり、サルなど群れで行動する野生動物は、主に群れごとの識別が必要となる。

3 生態調査を主な目的とする場合の機能要件

野生動物の行動パターンの確認は、学術研究のほか野生動物の適切な管理計画を策定するため、又は事前に被害防止対策を検討するために行政機関や対策に当たる機関等で必要とされ、個別(又は群れごと)の識別と、動物の移動にあわせた位置情報が必要である。

この場合は、即時性よりも継続した位置情報が安定して収集できることが求められる。

例えば、西日本においては、生態を把握すべき地域が多数の住居エリアを頻繁にまたぐことが想定されており、このような広域の行動の把握の実現も重要なことから、信号のフォーマットについては、できるだけ統一しておくことが望ましい。

4 その他学術研究の場合の機能要件

学術研究の場合は、研究目的により必要とする情報の内容や優先順位が異なる。研究目的により位置情報の常時把握を要することや、場合により比較的少量の生態データが必要とされること、また、群れで行動する野生動物の場合でも個別の識別が必要となる場合もあると考えられる。

5 目的等に応じた必要とする通信エリア

(1) 目的及び動物の種類により検知・通報を行おうとする対象地域が異なるが、被害防止の場合は、主に山間部から山間部と平野部の境界にかけての地域が主な対象となり、行動パターンの確認を行う場合や学術研究の場合は野生動物が通常生息する山間部・山岳地帯が主な対象となると見られる。

(2)通信エリアについては、広い範囲で野生動物等の詳細な位置が常時把握できることが理想的であるが、それが困難な前提では、通信エリアと位置の把握とについては相互に関連して検討する必要がある。

ア 行動パターンの確認を行う場合や学術研究の場合等、通常はできるだけ広い通信エリアが確保できることが求められる。位置の検出については、受信アンテナの指向性を利用し、あるいはあらかじめ搭載したGPS信号等を利用する。

イ 他方、受信可能エリアを小さくすることにより、そのエリアに侵入した場合にどのエリアかの情報を含めてすみやかに検知すること方策が考えられる。この場合は、入感の有無が位置の把握の要素を持つため、発信機の電波の到達エリアと住民生活環境や農地の配置に適した受信機の受信エリアとをバランスを取りつつ配置することで適切な検知エリアとして設定する必要がある。

6 その他

動物の行動は、必ずしも一定ではないことから、上記の3に示した生態調査を行う場合はもちろん、比較的行動範囲の限られる動物の検知を行う場合であっても、他の地域や団体等で野生動物に装着した発信機も把握できるように、送受信データのフォーマット標準化をし、これにより広域性に対応できることは一般的に望ましいと考えられる。さらに、同様に、周波数チャンネルの利用方法についても、同一チャンネルの共用方法と受信特性に影響しない範囲の周波数間隔で異なる周波数チャンネルの利用区分等が、利用者間でできるだけ共通の認識を持って利用されることとなることが望まれる。

その他、使用する発信器等は、誰にでも簡単に取り扱えるように操作性が良いこと、さらに、発信機の使用は手続き不要か又は簡易な手続きにより使用できることも望まれる。

このため、今回は、特定小電力無線局(空中線電力0.01W、空中線利得2.14dBi以下)を前提として、検討を行う。

4.3.3 利用周波数帯及び空中線電力の検討

参考資料2のとおり、「電波を活用した生態位置検知システムに関する調査検討会」報告書(平成18年3月 電波を利用した生態位置検知システムに関する調査検討会)によると、平地と山間地の双方の電波伝搬実験の結果、400MHz帯に比べ150MHz帯のほうが伝搬特性は良好であり、加えて、水平偏波、垂直偏波の差が少ないため、動物の動きに対し安定的に受信可能となっている。当該伝搬実験のイメージ図は、図4.3.2-1のとおりである。

特に山間地の実験における受信信号強度値をみると、見通し外伝搬においても150MHz帯のほうが送信機位置を変動に対しても変化が少なく安定している。さらに、山間地の地形的に完全見通し外(曲がりくねった谷間に入った時)において400MHz帯では不感になった状態でも150MHz帯では受信可能な場合があることが確認されている。

なお、より低い周波数帯も適用の可能性はあるが、アンテナの長さが長くなると動物の行動に支障をきたし、それを考慮して大幅に短縮化すると利得が大幅に低下することとなる。

以上のことを踏まえて、本用途では150MHz帯が適当と考えられる。

また、同検討結果から、150MHz帯において空中線電力0.01Wとした場合、伝搬距離は最大1km程度が見込まれ、本用途としては概ね必要十分な伝搬距離が確保されると考えられる。

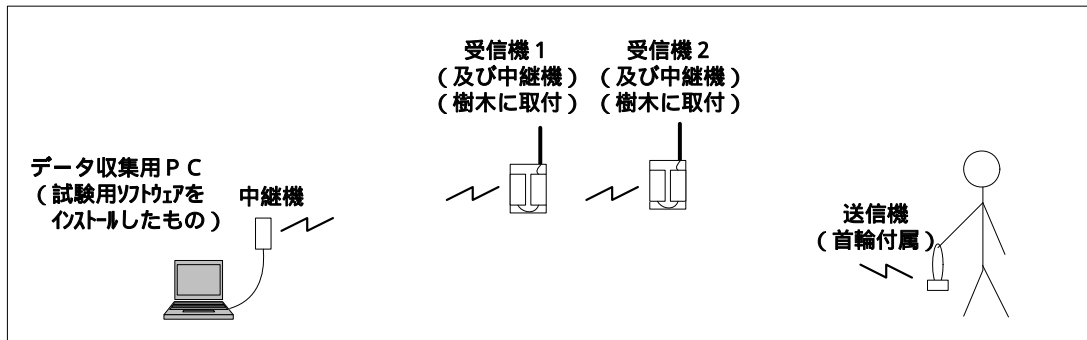


図4.3.2-1 実験のシステム構成図

4.3.4 変調方式及び通信フォーマット等

1 変調方式

このような利用方法においては、機器が極めて単純かつ低コストに構成できるものが望まれる。特に、受信機器については市販のアナログ受信機において、ピーコン音響等として聴取できることも望まれる。

従って、150MHz帯における一般的な利用状況等も考慮し、変調方式はアナログ方式の周波数変調であって、音響及び副搬送波を使用するMSK変調方式とし、占有周波数帯幅の許容値は16kHzとすることが適当である。

一方で、市場の状況を鑑みると、将来、アナログ方式でMSK変調方式を利用する部品の入手が困難になると予想されている。現在は、これに代わるものとして、2値FSK方式が多く利用されてきていること、データ伝送を容易に行うことができ、擬似的にトーン信号を発生させることができることを踏まえて、2値FSK方式も利用可能としておくことが望ましい。また、諸外国では、振幅変調方式や位置変調方式を利用する機器もあることから、これらについても利用可能とすることが望ましい。

2 送信時間比率及び休止時間

本システムでは、1の周波数チャネルを複数の局(装置)で使用するため、送信時間には一定の制限を設ける必要がある。

また、消費電力を最小限とするため、キャリアセンス等を行うための受信機能が搭載されないことを前提とすべきであり、その点でも、適切な送信休止時間が確保される必要がある。

このため、連続送信許容時間の比率及び最小の休止時間を設ける必要があり、次のような条件を前提として検討することとする。

送信1回の標準的時間0.2秒以下(音響トーンを聴取して、方位等を確認する運用において、安定して音響トーンを聞き分けられる最短の時間。ただし、一定の送信・受信の時間比率の範囲内で延長可能)

送信1回に対する休止時間の標準的時間0.8秒以上(音響トーンを聴取して方位等を確認する運用において安定して確認できる最長の時間。ただし、通信応答手順に際して発生する短時間の休止等、送信・受信の時間比率の制限範囲において休止として算定しない場合を除く。)

上記を考慮し、任意の5秒間を参照時間とした場合の送信時間に対する休止時間比率4以上とする。

3 通信フォーマット

本システムの送信装置は、電波法第4条第3号に示す要件に基づく混信防止機能として、電波法施行規則第6条の2に規定する識別符号を有する必要がある。

また、発信するデータのフォーマット及び関連プロトコルについては、野生動物が広範囲に移動することが想定されることから、他の地域や自治体等の団体に設置した無線機器から発射される電波も利用できることを想定して、共通性のあるものが望ましい。

最小限の電力消費、通信の安定性、識別可能な数等を考慮して検討された標準的なフォーマットは、現在市場を流通している受信機の性能を鑑み、伝送速度を毎秒2400ビットを前提とした場合、次のとおりとすることが適当である。

なお、短時間送信可能時間の中で、各種データのほか、音響信号を送出する場合も想定されることから、すべての送信において識別符号を付加することは困難であり、混信防止のための識別の実施も考慮して、識別符号1回の送信が行われた場合には、5秒以内に完了する送信においては、その5秒以内に識別符号を付加することを要しないこととすることが望ましい。

また、これらについて、多様な研究活動等に使用することを想定し、電波法令においては法令運用上必要最小限が定められ、それ以外に事項については、利用者の利便性の観点から、民間機関等で通信の疎通・互換性の確保の観点で標準規格が定められることが期待される。また、当該無線機器が市場を流通する際は、利用者の立場にたって、そのような共通化された標準規格である旨を機器等に表示されることが望ましい。

通常パケット(96ビット:40mS)

プリアンプ+ ビット同期 40ビット	フレーム同期 16ビット	フレーム長 8ビット	送信データ		CRC 16ビット
			個体番号 12ビット	制御符号 4ビット	

データパケット(最大480ビット:200mS)

プリアンプ+ ビット同期 40ビット	フレーム同期 16ビット	フレーム長 8ビット	送信データ			CRC 16ビット
			個体番号 12ビット	制御符号 4ビット	任意データ 最大384ビット	

(送信の立ち上がり・立ち下がりを含めて送信時間が0.2秒以内となること)

識別符号パケット(144ビット:60mS)

プリアンプ+ ビット同期 40ビット	フレーム同期 16ビット	フレーム長 8ビット	送信データ			CRC 16ビット
			識別符号 48ビット	個体番号 12ビット	制御符号 4ビット	

注1: フレーム長は送信データフレーム内のデータの長さをByteで表す。

注2: 制御符号は、次のとおりとすることが望ましい。

- ・特に定められた場合以外には0000とする。
- ・1111は予約語とし、将来、さらに長いデータパケットを利用することとなった場合等、上記のいずれにも該当しないパケットが定義された場合に利用する。
- ・クマ類等の危険動物の把握等のため、基本的な動物種等を制御符号で識別可能とすることも考えられる。

一方で、諸外国では、小規模な動物、かつ限られた範囲内で利用する形態があり、このような仕様で運用することを想定した場合は、空中線電力が著しく低いことから、上記の条件で検討してきた考え方に大きく影響を与えるものではないと考える。

このような場合であれば、現在の識別符号長(48ビット)を前提としつつ、特に送信電力の低いものについては識別符号長がさらに簡素なものであっても、干渉回避が可能と考えられ、エリアを限定した小動物の場合であれば、数十m程度の移動範囲と仮定すると、最低6bit(個体数64を識別が可能)以上とすることで対応が可能と考える。このような場合、動物の種類や調査等の規模等にもよるが、多数の運用者が混在する可能性は高くなく、相当に集中した場合でもこの範囲で

数十個体を超えて密集することはないことを踏まえ、半径十数 m の到達を想定すると、上限を 0.1mW(100 μW) が適当と考える。

4.3.5 必要チャネルの考察

検知・通報システムに必要なチャネル数について、次の 1 及び 2 のとおり検討を行った。

1 野生動物（猟犬を含む）の場合

(1) 前提条件

- ア 単方向の通信とし、移動局の密度と呼損率の関係を考慮する。
- イ 電池寿命から、特定小電力無線局の上限値の 10 mW 以下として、野生動物の監視（検知）範囲は 1 km 程度とする。
- ウ 監視範囲には、対象となる送信機を装着した野生動物が最大 10 頭存在する場合があるとした。

(2) 検討の結果

ア 送信時間

この送信時間は、現在想定している通信プロトコルとして、データ用パケットの最大 480 ビット（データフレーム最大 384 ビット；48 バイト）が送信できる範囲であるとともに、音響トーンにより方位探査を行うためには、聴取可能な最小限の継続した時間の送信が必要であり、この時間は、0.2 秒程度の時間を要することとされている。これにより、音響トーンによる対象物の区分が可能となる。

イ 電波の送信休止時間

休止時間として設定すべき時間は、検知等の対象動物や目的等によっても異なるが、最も短い休止時間を設定する必要があるのは、指向性受信アンテナを利用して方位ごとの電波強度の変動を確認する場合であり、概ね 0.5 秒～1 秒程度に設定する必要があるが、休止時間を短く設定すると、通信の衝突によりパケットが無効となる。

4.3.4 のとおり、送信時間 0.2 秒を前提として、シミュレーションによる送信サイクル時間（休止時間と送信時間の和）と通信の成功率との関係を図 4.3.5 - 1 に示す。

監視対象個体数 2 個であれば、サイクル時間を 1 秒とし、送信休止時間約 0.8 秒を設けることで成功確率（データが欠損せずに通信できる確率）40% 以上が確保される。個体数が 3 の場合にあっては約 30% となり、個体数 10 個の場合、数% にも満たないこととなっており、例えば 40% を確保するためには、サイクル時間は 4.5 秒以上必要となる。

なお、送信サイクル時間が一定の場合、複数の局の送信タイミングが同期して長期間にわたり通信の衝突が繰り返される可能性があることから、休止時間には何らかの揺らぎを設定することが有効と考えられる。（本シミュレーションでも設定）

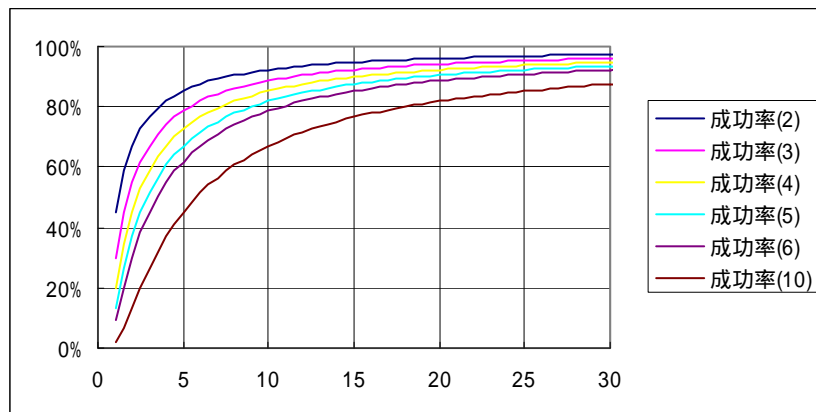


図4.3.5-1 検知個体数ごとに設定した送信サイクル時間と通信成功率
(横軸; サイクル時間(秒)、縦軸; 通信成功率。()は個体数)

(3) 結論

野生動物からの鳥獣被害防止のため、遠方の検知を行ったあと、指向性のアンテナなどを利用して実際の位置を捕捉する場合がある。この場合における電波の発射間隔は、不慣れな利用者もいることを想定すると、約1秒以内の間隔であることが望ましいと言われている。

これを踏まえて、想定される最繁時のモデルとして、送信時間を0.2秒、電波の送信サイクル時間を1秒とした場合で、1のエリアで最大10個体(追い払い・捕獲放獣活動ではクマ1個体・猟犬9頭に相当。農地等接近検出においてはサル2頭3群、クマ、イノシシ等4頭に相当)を想定すると、成功率を最低でも30%確保することとして1波あたり3個体程度を収容・捕捉することとし、周波数は3チャンネル以上が必要となる。

なお、音響ビーコンにより、方位の検知等を行う場合にあっては、複数の個体の信号が共存した場合に聴取による識別が困難となることから、インターリーブチャンネルの利用も可能とすることが望ましい。この場合においては、1チャンネル当たりの収容個体数は軽減されるものの、隣接チャンネル漏えいが生じ、フィルタ特性を考慮しても衝突率はやや軽減される程度にとどまることとなると考えられる。しかしながら、チャンネルごとにビーコン音響は明確に聞き分けられて個体の識別等に役立つ可能性が高まる点で利便性は向上するものと考えられる。

2 都市部等での利用

都市部等での利用形態に関して、参考資料3のとおり、送信時間0.06秒、送信休止時間6秒(Duty比1%)であれば、通信成功率が40%以上となり、概ねの所在の把握の面からは十分に利用が可能な見込みとなっているが、野生動物で行う方法による動物の位置把握等の方法では利用し難いこととなる。

しかし、ペット等で利用する場合は、電池の交換は可能となるが、反対に野生動物に比べて、許容される電池の大きさや耐候性を考慮した構造で電池交換が複雑になることが想定され、また、迷子等が主な利用形態と踏まえると、電池の消耗等から山間部に比べて送信時間は長く設定されることが考えられ、野生動物の場合のような極端に短いサイクルの送信を行う必要性(可能性)は乏しい。

したがって、都市部でペット用等の製品として使用する場合には、送信休止時間を6秒以上に設定されることが期待される。

3 利用チャンネル及び運用条件

したがって、次のとおりの野生動物(猟犬を含む)の場合のチャンネル利用及び運用条件が

適当である。なお、都市部でペット用等の製品として使用する場合には、送信休止時間を6秒以上に設定されることが期待される。

(1) 当該システムに必要となる周波数チャンネルは、3ch以上が必要である。これらが連続した帯域となる場合においては、さらにインターリーブ波を追加使用することも有効と考えられる。

(2) 送信時間は、0.2秒以下、電波の送信サイクル時間を1秒(休止時間0.8秒)としたモデルの検討結果をもとに、送信時間比(Duty比)を20%以下とし、その際の参照する時間は、音響信号を利用する場合等、一定の連続した送信が必要な場合にも長い休止時間を設けることでこれを可能とできるよう、5秒とする(この場合、いかなる5秒間を選んで送信時間は20%以下となる必要があり、連続送信時間は1秒を超えることはないこととする)。

よって、5秒あたりの送信時間の総和は1秒以下と定めることが適当である。

4.3.6 その他

1 電気通信回線へ接続する端末設備

当該システムにより取得した情報を広域に伝えるために、インターネットや携帯電話のメール機能を利用することが予想される。

当該検知・通報システムが、電気通信回線に接続した端末設備として一式に構成される場合においては、端末設備等規則に定める条件を満たす必要がある。なお、同規則第9条の規定により接続を行う場合に必要となる識別符号は、48ビットの識別符号を含む4.3.4の3に定めるフォーマットを使用する場合には適合することとなる。

2 隣接チャンネル漏えい電力

同一場所で使用可能な隣接チャンネル(インターリーブ使用のチャンネルを除く)を一般的な間隔として利用するために、隣接漏えいチャンネル漏えい電力(搬送波電力と搬送波の周波数からの規定の割当周波数間隔離れた両隣接チャンネルの一定帯域内に輻射される電力をいう。)は、他の特定小電力無線局と同様とすることが適当として、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搬送波電力より40dB以上低いものとする。

3 電波防護指針

安全な電波利用の一層の徹底を図るため、電波法施行規則に基づき、電波の強度に対する安全施設を設けることとされ、平成11年10月1日より施行されている。

当該小電力無線設備は、空中線電力(平均電力)が0.01W以下であること、移動業務であることから適応除外とされている。また、動物に付けることが対象となっているが、動物に対して、命令を送信する仕様も想定されることを考慮して、電波防護指針の規格値に照らしたところ、以下のとおりであり、規格値は満足している。

(1) 電波防護指針の規格値

表4.3.6-1 一般環境の電磁界強度(平均時間6分間)の規格値

周波数	電界強度の実効値 E[V/m]	磁界強度の実効値 H[A/m]	電力密度 S[mW/cm ²]
30MHzを超え300MHz以下	27.5	0.0728	0.2

表4.3.6-2 管理環境の電磁界強度(平均時間6分間)の規格値

周波数	電界強度の実効値 E[V/m]	磁界強度の実効値 H[A/m]	電力密度 S[mW/cm ²]
30MHzを超え300MHz以下	61.4	0.163	1

(2) モデル検討

生態に取付ける無線機の諸元

周波数 : 150MHz 帯

空中線電力 : 0.01W

給電線損失 : 0dB(一つの筐体のため、0dB として仮定)

アンテナ利得 : 1.6 倍(絶対利得 : 2.14dB)波長が長いためアンテナ利得は期待できない。

表 4 . 3 . 6 - 3 算出結果 (平均時間 6 分間)

アンテナと人体の距離 R[cm]	電界強度の実効値 E[V/m]	磁界強度の実効値 H[A/m]	電力密度 S[mW/cm ²]
1.0	69.44	0.186	1.30
1.2	57.87	0.155	0.91
2.0	34.72	0.093	0.33

運用における最小 DUTY 比 0.2/1.0 で計算すると

表 4 . 3 . 6 - 4 算出結果 (最小 DUTY 比 0.2/1.0 : 平均時間 6 分間)

アンテナと人体の距離 R[cm]	電界強度の実効値 E[V/m]	磁界強度の実効値 H[A/m]	電力密度 S[mW/cm ²]
1.0	31.05	0.083	0.261
1.2	25.88	0.069	0.181
2.0	15.53	0.042	0.065

(3) 結論

電波防護指針の一般環境及び管理環境の規格値をふまえ、当該無線設備と人体までの距離は 1.2cm 以上離して利用すれば支障ないと判断される。

4.4 動物の検知・通報システムの技術的条件

小電力無線設備のうち、動物の検知・通報システムの技術的条件については、次のとおりとすることが適当である。

4.4.1 一般的条件

(1) システムの定義

動物の検知・通報システムは、テレメーター、テレコントロール及びデータ伝送用の用途のうち、動物の生態、行動の状態を把握するための位置把握、又はその状態を検知・通報、並びに動物に対して指示、命令等を行うシステムをいう。

(2) 変調方式

機器が極めて単純かつ低コストに構成できるものが望まれ、特に、受信機器については市販のアナログ受信機において、ビーコン音響等として聴取できることが望まれていることから、一般的な利用状況及び将来的な需要等も考慮し、変調方式は周波数変調方式及び周波数偏位変調とすること。ただし、諸外国の利用動向も踏まえて、振幅変調方式及び位置変調方式を対象とする。

(3) 通信方式

システム構成のイメージに基づき、単向通信方式(単向通信で送信した電波の応答信号を受信した装置が送信する場合があることから、単信方式を含む。)又は同報通信方式とすること。

(4) 使用周波数帯

山間部など見通し外での利用形態を鑑み、150MHz帯を利用すること。

(5) チャンネル間隔

チャンネル間隔は、他の150MHz帯と同様に、20kHz間隔が適当である。また、音響ビーコンによる方位の検知等を行う場合があり、複数の個体の信号が共存した場合に聴取による識別が困難となることから、インターリーブを利用すること。

(6) 空中線電力

動物等に装着するために、出来るだけ小型化を図り、電池の重量や寿命などを考慮する必要があることから、出力の制限を受けることとなる。これらの要因を鑑み、10mW以下とすること。

ただし、4.4.2 (3)ア 混信防止機能の識別符号が48ビットに満たない場合は、等価等方輻射電力0.1mW以下とする。

(7) 空中線系

空中線の絶対利得は2.14dBi以下とし、既存の特定小電力無線局と同様に、送信空中線の構造は、給電線及び接地装置を有しないこととすること。

(8) 違法改造の対策

不法な改造により他への妨害を与えない等の観点から、既存の特定小電力無線局と同様に、一の筐体に収めるものとする。

ただし、使用形態を鑑み、電池等電源設備は、一の筐体に収めることを要しないこととする。また、主にデータ伝送等に使用するため、音量調整器、送話器及び受話器の接続は認めないこととする。

4.4.2 無線設備の技術的条件

(1) 送信装置

ア 占有周波数帯幅の許容値

150MHz帯を利用する既存のアナログ方式無線設備と同様に、16kHz以下とすることが適当である。2値FSK方式も同じとすること。

イ 周波数の許容偏差

既存の特定小電力無線局の無線設備と同様に、 ± 12 ppmとすること。

ウ 空中線電力の許容偏差

上限20%以内とすること。

エ 発振方式

送信装置の発振方式は、水晶発振方式又は水晶発振により制御するシンセサイザー方式にすること。

オ スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値

(ア) 必要周波数帯幅

必要周波数帯幅は、占有周波数帯幅の許容値内とみなし、16kHzとする。

(イ) 帯域外領域とスプリアス領域との境界

帯域外領域とスプリアス領域との境界は、必要周波数帯域幅の中心周波数から ± 62.5 kHz離れた周波数とする。

(ウ) 帯域外領域のスプリアス発射の強度の許容値

2.5 μ W以下とすること。

ただし、空中線電力が等価等方輻射電力の場合は、等価等方輻射電力で2.5 μ W以下とする。

(エ) スプリアス領域の不要発射の強度の許容値

2.5 μ W以下とすること。

ただし、空中線電力が等価等方輻射電力の場合は、等価等方輻射電力で2.5 μ W以下とする。

(オ) 参照帯域幅

不要発射の強度の許容値における参照帯域幅は、以下のとおりとする。

不要発射の周波数	参照帯域幅
9kHzを超え150kHz以下のもの	1kHz
150kHzを超え30MHz以下のもの	10kHz
30MHzを超え1GHz以下のもの	100kHz
1GHzを超えるもの	1MHz

カ 隣接チャネル漏えい電力

同一場所で使用可能な隣接チャネル間隔として利用するために、隣接漏えいチャネル漏えい電力(搬送波電力と搬送波の周波数からの規定の割当周波数間隔離れた両隣接チャネルの一定帯域内に輻射される電力をいう。)は、変調信号の送信速度と同じ送信速度の標準符号

化試験信号により変調した場合において、搬送波の周波数から 20kHz 離れた周波数の $\pm 8\text{kHz}$ の帯域内に輻射される電力が搬送波電力より 40dB 以上低いもの又は $1\ \mu\text{W}$ 以下とする。ただし、空中線電力が等価等方輻射電力の場合は、等価等方輻射電力で $1\ \mu\text{W}$ 以下とする。

(2) 受信装置

ア 符号基準感度

符号基準感度(送信装置の送信速度と同じ送信速度の標準符号化試験信号で変調された希望波を加えた場合において、装置の出力のビット誤り率が 1×10^{-2} となるために必要な受信機入力をいう。)は、 $2\ \mu\text{V}$ 以下とすることが望ましい。

イ 実効選択度におけるスプリアス・レスポンス

実効選択度におけるスプリアス・レスポンス(符号基準感度より 3dB 高い希望波入力電圧を加えた状態の下で、変調のない妨害波を加えた場合において、装置の出力のビット誤り率が 1×10^{-2} になるときにその妨害波入力電圧と符号基準感度との比をいう。)は、40dB 以下とすることが望ましい。

ウ 実効選択度における隣接チャンネル選択度

(ア)実効選択度における隣接チャンネル選択度(符号基準感度より 3dB 高い希望波入力電圧を加えた状態の下で、希望波からそれぞれ符号長 32767 ビットの 2 値疑似雑音を繰り返す信号で変調された妨害波を加えた場合において、装置に出力のビット誤り率が 1×10^{-2} となるときのその妨害は入力電圧と符号基準感度との比をいう。)は、30dB 以上とする。

エ 局部発振器の周波数変動

局部発振器の周波数変動(局部発振器の発振周波数の最大変動幅をいう。)は、 $\pm 12 \times 10^{-6}$ 以内とする。

オ 副次的に発する電波等の限度

副次的に発する電波は、受信空中線と電氣的常数の等しい疑似空中線を使用して測定した場合に、その回路の電力が $4\ \text{nW}$ 以下であること。ただし、空中線電力が等価等方輻射電力の場合は、等価等方輻射電力で $4\ \text{nW}$ 以下とする。

(3) 制御装置

制御装置は、次の機能を備え、それぞれの条件に適合するものであること。

ア 混信防止機能

電気通信事業法第 2 条第 5 号に規定する電気通信事業者その他総務大臣が別に告示する者が管理する識別符号(通信の相手方を識別するための符号であって、電波法第 8 条第 1 項第 3 号に規定する識別信号以外のものをいう。)を自動的に送信し、又は受信するものであって、次によること。

(ア)電気通信回線設備に接続しない場合であって、空中線電力が $0.1\ \text{mW}$ 以下の場合
6 ビット以上

(イ)それ以外の場合 48 ビット以上

イ 通信相手方の識別

電気通信回線設備に接続する受信装置は、受信した電波から通信の相手方の無線局の識別符号を検出するものとする。

ウ 端末設備内において電波を利用する端末設備

(ア) 端末設備を構成する一の部分と他の部分相互間において電波を使用するものは、48ビット以上の識別符号を有すること。

(イ) 危険回避の通報に関する信号があることから送信を抑制しないことし、使用する電波を空き状態について判定を行わない端末設備として位置付けることとする。

エ 送信時間制限機能

送信時間制限機能（電波を発射してから次に示す送信時間内にその電波の発射を停止し、かつ、送信休止時間を経過した後でなければその後の送信を行わない、又は通信時間を自動的に送信時間内に制限し、かつ、通信終了後送信休止時間を経過しなければその後の通信を行わない機能を有する装置をいう。）の送信時間及び送信休止時間は、5秒あたりの送信時間の総和は1秒以下とすること。

オ キャリアセンス機能

主に、送信装置を有するシステムであること、1回あたりの通信時間が短時間（最大1秒）であり、間欠送信を活用した干渉回避を図るなどの利用形態を鑑み、キャリアセンスは要しないこととする。

(4) その他

ア 送信装置の筐体

不法な改造を困難にするため、送信装置の筐体は容易に開けることができないものとする。

4.4.3 測定法

スペクトルアナライザ等を用いた測定方法は、150MHz帯の周波数変調方式等の無線機器及び既存の特定小電力無線局の測定方法に準じて定めることとし、次のとおりとする。

ただし、空中線端子無しの場合の測定方法は、空中線電力が等価等方輻射電力0.1mW以下の場合であって試験時に測定用の空中線端子を設けることが困難な場合にのみ適用すること。

(1) 空中線端子無しの場合の測定条件

ア 測定場所の条件（空中線端子無しの場合）

空中線端子無しの場合においては、昭和63年郵政省告示第127号（発射する電波が著しく微弱な無線局の電界強度の測定方法）の条件に準じて、試験機器を木その他絶縁材料により作られた高さ1.5mの回転台の上に設置して測定することとし、測定距離3mの5面電波暗室又は床面反射のあるオープンサイト若しくはそれらのテストサイトとすること。

この場合、テストサイトの測定用空中線電力は、指向性のものを用いること。また、被測定対象機器の大きさが60cmを超える場合は、測定距離をその5倍以上として測定すること。

イ 試験機器の条件（空中線端子無しの場合）

空中線端子無しの場合においては、電源ケーブル、外部インタフェースケーブル等のケーブルが付属する場合、空中線の形状が変化する場合及び金属板等により放射特性が影響を受ける場合においては最大の放射条件となる状態を特定して測定する。なお、動物に取り付けた状態で測定することを要しない。

(2) 占有周波数帯幅

ア 空中線端子付きの場合

標準符号化試験信号を用いて測定し、スペクトル分布の上限及び下限部分におけるそれぞれの電力和が、全電力の0.5%となる周波数幅を測定すること。

なお、標準符号化試験信号での変調が不可能な場合には通常運用される信号のうち占有周波数帯幅が最大となる信号で変調をかける。

イ 空中線端子無しの場合

上記(1)の条件又は適当なRF結合器若しくは空中線で結合し、アと同様にして測定すること。

(3) 空中線電力の偏差

ア 空中線端子付きの場合

平均電力で規定される電波型式の測定は平均電力を、尖頭電力で規定される電波型式の測定は尖頭電力を測定する。この場合、空中線と電氣的常数の等しい疑似空中線回路(インピーダンス整合回路又は減衰器等)を使用して測定することができる。

また、測定については、連続送信波によって測定することが望ましいが、パースト波にて測定する場合は、送信時間率(電波を発射している時間/パースト繰り返し周期)が最大となる値で一定の値としてパースト繰り返し周期よりも十分長い区間における平均電力を測定し、送信時間率の逆数を乗じてパースト内平均電力とする。また、尖頭電力を測定する場合は尖頭電力計等を用いる。

なお、試験用端子が空中線端子と異なる場合は、空中線端子と試験用端子の間の損失等を補正する。

イ 空中線端子無しの場合

上記(1)の条件として、アと同様にして測定すること。

なお、スペクトルアナライザを用いる場合は、分解能帯域幅を占有周波数帯幅の測定値より広く設定して測定し置換法により等価等方輻射電力を求める。なお、測定値が許容値を十分下回る場合は測定用空中線の絶対利得等を用いて換算する方法でも良い。

ただし、偏波面の特定が困難な場合は、水平偏波及び垂直偏波にて求めた空中線電力の最大値に3dB加算すること。

(4) 周波数の偏差

ア 空中線端子付きの場合

空中線端子に擬似負荷(インピーダンス整合回路又は減衰器等)を接続し連続送信状態として周波数計により測定する。

イ 空中線端子無しの場合

上記(1)の条件又は適当なRF結合器若しくは空中線で結合し、アと同様にして測定すること。

(5) スプリアス発射又は不要発射の強度

ア 空中線端子付きの場合

標準符号化試験信号を入力信号として加えたときのスプリアス成分の平均電力(パースト波にあっては、パースト内の平均電力)を、スペクトルアナライザ等を用いて測定する。この場合、空中線と電氣的常数の等しい疑似空中線回路を使用して測定することができる。

帯域外領域におけるスプリアス発射は送信装置を無変調として測定する。

スペクトルアナライザ等の分解能帯域幅は、技術的条件で定められた参照帯域幅に設定すること。また、試験用端子が空中線端子と異なる場合は、空中線端子と試験用端子の間の損失等を補正する。

なお、標準符号化試験信号での変調が不可能な場合には通常運用される信号で変調をかける。

イ 空中線端子無しの場合

上記(1)の条件として、ア及び上記(3)イと同様にして測定すること。

(6) 隣接チャンネル漏えい電力

ア 空中線端子付きの場合

空中線端子に擬似負荷(インピーダンス整合回路又は減衰器等)を接続し連続送信状態としてスペクトルアナライザ等により測定する。

標準符号化試験信号を入力信号として加えた変調状態とする。

許容値を搬送波電力から40dB以上低い値とする場合は、搬送波の電力及び搬送波から隣接チャンネル間隔離れた周波数において技術基準で定められる帯域内の電力を測定し、搬送波電力との比を測定すること。

許容値を1μW以下とする場合は、搬送波電力との比に空中線電力を乗じて測定結果とする。ただし、隣接チャンネル帯域内の電力を求めることのできるスペクトルアナライザを用いる場合は、搬送波から隣接チャンネル間隔離れた周波数において技術基準で定められる帯域内の電力を測定することができる。

なお、トーン信号を使用している送信装置においては、トーン信号の変調を行っている状態で測定する。

また、標準符号化試験信号での変調が不可能な場合には通常運用される信号で変調をかける。

イ 空中線端子無しの場合

上記(1)の条件として、ア及び上記(3)イと同様にして測定すること。

(7) 送信・休止時間制限

ア 空中線端子付きの場合

スペクトルアナライザの中心周波数を試験周波数に設定し、掃引周波数を0Hz(ゼロ・スパン)として測定する。

なお、時間分解能が不足する場合は、上記スペクトルアナライザのIF出力又は試験周波数を直接又は広帯域検波器で検波しオシロスコープ等を用いて測定する。

イ 空中線端子無しの場合

上記(1)の条件又は適当なRF結合器若しくは空中線で結合し、アと同様にして測定すること。

(8) 受信装置の副次的に発射する電波等の限度

ア 空中線端子付きの場合

空中線端子に擬似負荷(インピーダンス整合回路又は減衰器等)を接続しスペクトルアナライザ等を用いて測定すること。

イ 空中線端子無しの場合

上記(1)の条件として、ア及び(3)イと同様にして測定すること。

参考文献等

- 1) 総務省信越総合通信局(2006)電波を活用した生態位置検知システムに関する調査検討
- 2) 大迫義人(1996)福井県におけるツノヅグマの行動圏と環境利用 Ciconia 5:69-77.
- 3) 秋田県生活環境部自然保護課(1986)ツノヅグマ生態調査報告書. 57pp.
- 4) 鈴木健次郎(2001)東中国ツノヅグマ個体群の行動圏と環境利用に関するGIS解析、東大農学生

命科学研究科修士論文

- 5) 竹村 菜穂ほか(2004)滋賀県北部におけるイノシシの行動圏と植生(第51回日本生態学会大会要旨)
- 6) 房総のシカ調査会(2002)千葉県イノシシ・キョン管理対策調査報告書2, 千葉県環境生活部 自然保護課・房総のシカ調査会
- 7) 房総のシカ調査会(2004)千葉県房総半島におけるニホンジカの保護管理に関する調査報告書、千葉県
- 8) 農林水産省 野生鳥獣被害防止マニュアル 生態と被害防止対策(基礎編)平成18年3月版
- 9) 農林水産省 平成18年度 食料・農業・農村白書
- 10) OFCOM (Swiss Federal Office of Communications) <http://www.ofcomnet.ch/>

第5章 審議結果

5.1 簡易無線局等に適したデジタル方式の技術的条件について

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のうち、簡易無線局等に適したデジタル方式の技術的条件について検討を行い、別添とおり、簡易無線局等に適したデジタル方式の技術的条件について、答申書案のとおり取りまとめた。

5.2 無線操縦機器（ラジオコントロール）の高度化方策に関する技術的条件について

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のうち、無線操縦機器（ラジオコントロール）の高度化方策に関する技術的条件について検討を行い、別添とおり、無線操縦機器（ラジオコントロール）の高度化方策に関する技術的条件について、答申書案のとおり取りまとめた。

5.3 動物の検知・通報に必要となる技術的条件について

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のうち、動物の検知・通報に必要となる技術的条件について検討を行い、別添のとおり、検知・通報に必要となる技術的条件について、答申書案のとおり取りまとめた。