

周波数共有の検討

資料 3-4

動物検知通報システムの利用状況と課題

- 動物検知通報システムは、主として動物の行動及び状態に関する情報の通報などに利用されている。
- 具体的な利用形態としては、①サル、クマなどによる農作物被害の防除（接近警報や追い払い）、②小動物・魚類を含めた野生動物の生態調査や学術研究、③狩猟支援（猟犬に位置・状況確認）などがある。
- 利用形態①及び②の測位方法は、現在はビーコン方式が主流であり、連続的に電波を発射してchを占有するため、同じ地域では同時に使用できるシステム数は割当てchに制約される。



周波数共有の検討

■ 検討の方向性 (周波数軸上の有効利用でチャンネル数を増加及び同一チャンネルの時間軸上の有効利用を合わせて効率を図る)

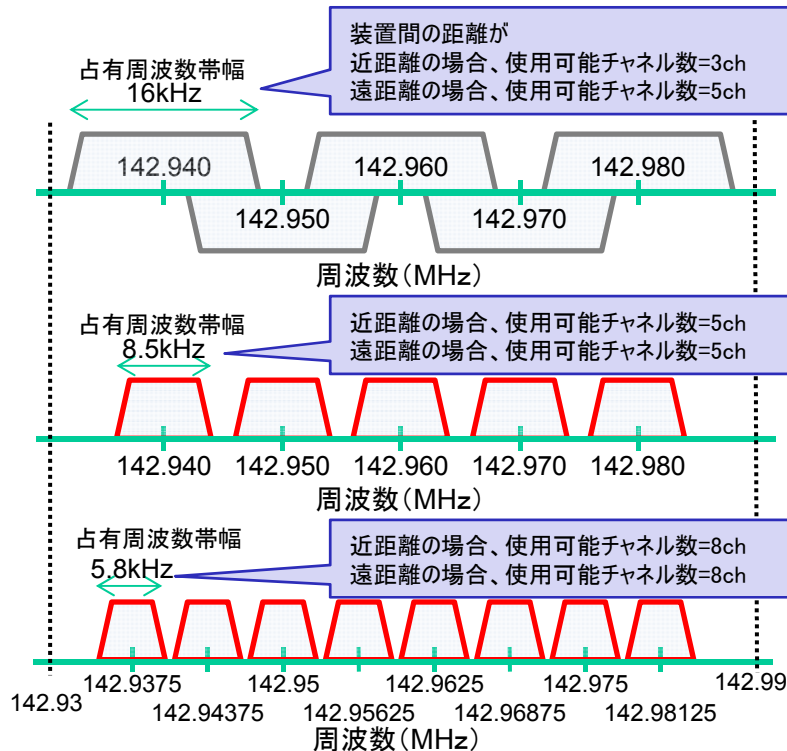
周波数軸上の有効利用(狭帯域化)

使用可能なチャンネル数を増加させるための狭帯域化方策を検討する。

狭帯域化した登山者等位置検知システム(2400bps)のモデルシステムによる実証試験を実施し、有効性及び現行のシステムとの共有を検討する。

- 周波数配置等の検討
- データの所要伝送速度及び伝送品質の確保の方法を検討
- 音声通話の利用検討

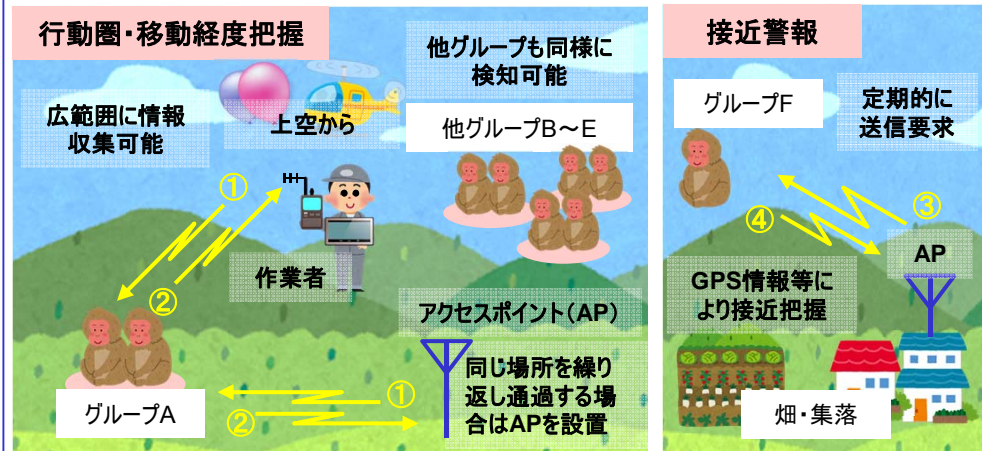
周波数配置



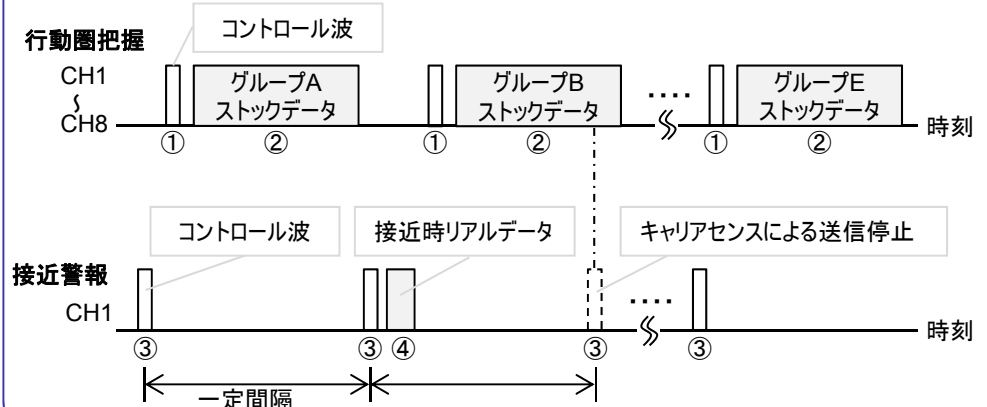
時間軸上の有効利用(送信制御)

単信方式又は同報通信方式を用いた送信時間制御による同一周波数の時間軸上有効利用方策を検討する。

- 送信制御方法の検討
- 動物検知通報システム(行動把握、接近警報)への適用検討
- 動物検知通報システムとの時間軸上有効利用の検討



複数の群れが狭い範囲に存在しても、混信なくデータを収集



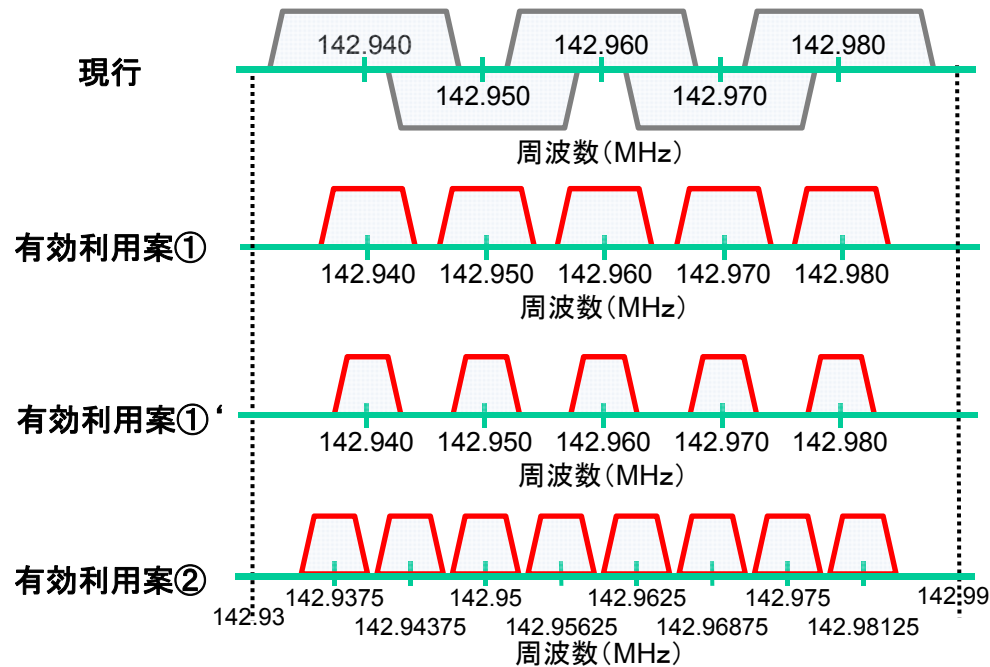
周波数軸上の有効利用の検討

1/2

①周波数軸上の有効利用に向けた狭帯域化案

現行システムと同様な10kHzセパレート
デジタル簡易無線と同様な6.25kHzセパレート
帯域幅8.5kHzまたは5.8kHzの狭帯域

の組み合わせ
による案



②狭帯域化案の整理

各狭帯域化案について、検討を行い、項目に対する得失を整理（次ページ一覧表のとおり）

③周波数軸上の有効利用のまとめ

■有効利用にむけた提言

各狭帯域化案について、それぞれ得失があるが、以下に示す理由より5.8kHz帯域幅（6.25kHzセパレート）の8チャンネルが望ましい。

- 利用チャンネル数の増加が求められており、8チャンネル利用できること。
- デジタル化、狭帯域化の趨勢であること。
- それにより、部品の価格、調達の容易さ等、現時点のマイナス面が時間の経過とともにプラス面に転換することが期待されること。
- 2チャンネルを結束利用を可とすることで、所要の伝送速度が確保できること、また、FMアナログ方式を含め現行技術を周波数変更により継続利用できる可能性があること。
- 周波数配列の相違による現行方式との親和性が危惧されるが、動物検知通報システムの特異性から比較的短期に移行が進む可能性があること

周波数軸上の有効利用の検討

狭帯域化(案)について得失を以下に示す。

案	① 8.5kHz帯域幅 (現行周波数配置)	①' 5.8kHz帯域幅 (現行周波数配置)	② 5.8kHz帯域幅 (6.25kHz周波数間隔)
チャンネル数	○ 5ch	○ 5ch	◎ 8ch※1 2ch結束使用ではch数は減少
セパ／占有幅(kHz)	10／8.5	10／5.8	6.25／5.8
所要伝送速度の確保	△ 4.8kbps(2値FSK)	△ 4.8kbps(4値FSK)	○ 4.8kbps(4値FSK) 9.6kbps(4値FSK 2ch結束使用)
現行方式との親和性	△ 現行方式の隣接chとの干渉はあるが、中心周波数が同じためキャリアセンスは一定機能する	○ 現行方式の隣接chとの重なりが0.9kHzと小さく、相互の干渉は少ない	× 中心周波数が異なるため、相互の干渉状況は周波数差により相違
コスト	○	○	△ 所要の周波数安定度を確保するため、水晶・フィルタ等のコストは増える。 (他システム含め同規格が主流となれば、長期視点ではコスト減の可能性あり)
他システムとの技術の共通性	△ 独自の規格となる。但し、同じ占有幅のシステムは存在するため、技術、部品等の流用は可能。	△ 独自の規格となる。但し、同じ占有幅のシステムは存在するため、技術、部品等の流用は可能。	○ デジタルCRで実績があり、他のシステムの狭帯域化の趨勢と一致
重量・サイズ	○	○	○
制度移行の経過措置	○ 経過措置期間中の共存可能	○ 経過措置期間中の共存可能	△ 新システムの安定な運用を確保するため、移行の促進を図る必要がある。
備考		①の制度内での実利用方法。狭帯域化による隣接ch干渉の軽減、狭帯域となる分ノイズレベルが低下するためC/N改善等が期待できる。	犬の声は1チャンネルでも認識できる場合があるが、2チャンネル利用により高い要求への対応は可能である。

時間軸上の有効利用の検討

1/4

①動物検知通報システムとの時間軸上有効利用策と移行のメリット

ビーコン方式(GPS+ビーコン方式)

チャンネル占有使用

- 電波の到来方向、強度等により位置を推測
- 測定時のリアルデータのみ
- 到来方向測定のために連続的に電波を発射

移行
※

GPS方式

チャンネル共用可能

- GPS電波によりピンポイント位置データを取得
- リアルデータ及びストックデータ
- 位置データ取得時のみ電波を送信

※:小動物、水中動物等を除く

【移行のメリット】

1. 作業能率の向上

- ビーコン波の方位を複数人(地点)で測定する必要がある現行方式に比べ、通信が出来れば位置情報が取得可
- 必要時のみ送信するGPS方式では送信出力増による通信範囲の拡大が図れ、次の効率向上の可能性もある。
 - ・ 高台やリモコンヘリコプター等を利用して広範囲のデータ取得(リアル、ストックデータ)
 - ・ 移動経路等に置いた無人のアクセスポイントによる自動でデータを取得

2. 調査精度の向上

- ピンポイントのリアル位置データが取得出来る。(地図表示等視認性の向上も可)
- 移動経路等の把握では、定期的に測位したストックデータを取得することでビーコン方式に比べ飛躍的に調査精度の向上を図れる。

3. 検知対象動物の拡大

- 複数の群れが狭い範囲に存在しても混信なくデータを取得できる可能性がある。
- 混信の解消や作業の能率化により、これまで対応できていなかった需要に答えられる可能性がある。

時間軸上の有効利用の検討

②時間軸上の有効利用が可能なシステム(GPS方式等)への移行に関する検討

■動物検知通報システムとして利用されているもの

動物検知通報システム	対象	現行システム(帯域幅16kHz)				時間軸上の有効利用を可能とするシステムへの移行の可否	備考
		測位方法	収集形態	出力	伝送速度		
季節行動圏・移動経路の把握、追跡	小型水中生物(魚等)	ビーコン	リアル	1mW以下	2400bps以下	×	装置が小型軽量化である必要がある上、水中のとの通信ができないことから、データ通信により時間軸上の有効利用を可能とする装置の実現は難しい。 ただし、出力が小さいため影響範囲は狭いため共用は可能である。
	中型水中生物(魚、カメ等)	〃	〃	10mW以下	〃	×	
	小型動物(うさぎ、鳥等)	〃	〃	10mW以下	〃	×	
	中型動物(サル等) 大型動物(シカ、クマ等)	ビーコン	リアル	20mW以下	〃	○	季節行動圏・移動経路の把握にはデータをストックできるGPS方式が適しており、ストックデータのダウンロードに関しても高台等から広範囲に取得可能。 個体数調査などにおいては、至近距離から一定時間、連続的に動きを監視する必要があるため、その間だけ、ビーコン方式に切り替えられる機能が必要。技術的には可能であり、当該調査は頻度が少ないことから時間的有効利用への影響は無視できる。
		GPS・ビーコン併用	ストック	1W以下	9600bps以上	△	移行は可能。但し、極めて広範囲に移動する積雪地帯のシカなどについては検索が難しい。衛星携帯電話等の利用が合理的と思われる。
接近警報	サル、クマ等	ビーコン	リアル	20mW以下	2400bps以下	○	集落に位置情報の要求コマンドを発信する検知端末を設置することで、動物が近づいてきた際にリアルな情報を取得することで警報を鳴らす。 集落から離れていれば、動物に着けた装置は通信を行わない為、電池の消費も避けられる。
狩猟 i) 猟犬位置把握	猟犬	GPS等	リアル	1W以下	2400bps以下	○	リアルな位置情報の取得目的であるため、時間軸上の有効利用は可能である。
ii) 猟犬音声	猟犬	—	—	1W以下	F3E	×	音声は連続での送信が望まれるため、時間軸上の有効利用は不可である。
iii) 狩猟罾用発振器	罾	ビーコン	リアル	1W以下	2400bps以下	△	データ通信が出来なかった場合や装置が故障している場合に、人が安全に罾に近づけるための対策が可能となれば移行は可能となる。

時間軸上の有効利用の検討

■動物検知通報システム以外のもの

登山者等位置検知システム	対象	現行システム				時間軸上の有効利用を可能とするシステムへの移行の可否	備考
		測位方法	収集形態	出力	伝送速度		
登山者等の位置検知	人(登山者、遠足児童、徘徊老人など)	—	—	—	—	○	リアルな位置情報の取得目的であるため、時間軸上の有効利用は可能である。

猟師等位置検知システム	対象	現行システム				時間軸上の有効利用を可能とするシステムへの移行の可否	備考
		測位方法	収集形態	出力	伝送速度		
狩猟 i) 猟師の位置把握	人(猟師)	—	—	—	—	○	リアルな位置情報の取得目的であるため、時間軸上の有効利用は可能である。
ii) 猟師間の連絡	人(猟師)	—	—	—	—	×	音声は連続での送信が望まれるため、時間軸上の有効利用は不可である。

③時間軸上の有効利用のまとめ

■時間的有効利用の効果

- 中型以上の動物の移動経路把握、追い払い、追跡等、多くの用途において時間的有効利用が可能なGPS方式への移行が可能であることから移行が進めばチャンネル不足の解消に効果が期待できる。
- 混信の解消だけでなく、作業効率の向上、調査の精度向上等が期待できる。(神奈川県自然環境保全センターヒヤリング)

■有効利用に向けた課題

- 動物検知通報システムでは、位置検知のためのデータ伝送のほか、小動物用ビーコン、ドッグマーカー(猟犬の声)、罠の捕獲検知など、様々な用途に使用されている。
- 技術基準は、それらに幅広く対応できるように配慮(600秒連続送信、キャリアセンス省略)されており、それらが混在して同じ周波数を利用していることが、時間的有効利用の効果をより高める上での障害となる可能性がある。
- 動物の移動経路把握等のストックデータのダウンロードにおいて相当の時間を要する可能性があるため、ダウンロードの周期を短くする等の工夫が必要。(神奈川県自然環境保全センターヒヤリング)

周波数共用に関するまとめ

周波数軸上および時間軸上の観点から、周波数の有効利用策の検討を行った。

これらの併用による相乗効果により、現行帯域の中で、動物検知通報システムのch不足を解消を図るとともに、登山者等の位置検知システムとの周波数共用にも十分な見通しを得ることが出来た。

更に、以下の理由から、時間的有効利用が可能なシステム専用の周波数を新たに確保することより一層の周波数の有効利用を促進することが望まれる。

- ① 小動物等を対象とするビーコン方式やドッグマーカ―等、時間的有効利用に馴染まない利用形態の需要が引き続き一定程度想定されること。
- ② 有害鳥獣による農作物被害が社会問題化する中で、潜在的な動物検知通報システムの需要が顕在化することが想定されること。
- ③ 登山者等の位置検知システムでは、迅速かつ確実な通報の伝達が求められること。
- ④ 上記の②、③の需要により、端末の高度化とコストの低廉化が進めば、登山者のみならず、山間地域での様々な作業に関わる人の位置検知の需要が開拓される可能性があること。

技術的条件

周波数共用方法の検討結果を踏まえて、登山者等の位置検知システムと共用する動物検知通報システム(現行周波数帯域内)の技術的条件を次のとおり整理する

(送信設備)

■無線チャンネル

単位チャンネル(中心周波数が、142.93MHz 以上142.99MHz 以下の場合、142.9375MHz 及び142.9375MHz に6.25kHz の自然数倍を加えたものであって、帯域幅が5.8kHz のチャンネルをいう。)を使用するもの(同時使用可能な最大チャンネル数は2とする。)であること。

■占有周波数帯幅の許容値

現行の規定では16kHzであるが、狭帯域化のために150MHz帯のデジタル簡易無線局と同様に5.8kHzとする。

■周波数の許容偏差

現行の規定では(±)12 × 10E-6であるが、狭帯域化のために150MHz帯のデジタル簡易無線局と同じ(±)2.5 × 10E-6とする。

■スプリアス発射の許容値

現行どおりとする。

■隣接チャンネル漏洩電力

現行の規定では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1 μW以下であるが、狭帯域化のために150MHz帯のデジタル簡易無線局と同じ、搬送波の周波数から6.25kHz 離れた周波数の(±)R(R は、2kHz とする。)の帯域内に輻射される電力が搬送波電力より45dBcとする。

■空中線電力

現行どおり1Wとする。

(受信設備)

■符号基準感度

現行どおりとする。

(制御装置)

■送信時間制限機能

現行どおりとする。

■キャリアセンス

現行どおりとする。

表1 単位チャンネル使用時の中心周波数

ch番号	中心周波数(MHz)
1	142.93750
2	142.94375
3	142.95000
4	142.95625
5	142.96250
6	142.96875
7	142.97500
8	142.98125

表2 2 単位チャンネル同時使用時の中心周波数

ch番号	中心周波数(MHz)
1、2	142.940625
3、4	142.953125
5、6	142.965625
7、8	142.978125

時間的有效利用が可能なシステム専用の周波数を新たに確保する場合の技術的条件を次のとおり整理する。(現行帯域内の技術的条件と同じ内容については省略)

(送信設備)

■無線チャンネル

単位チャンネル(中心周波数が、150MHz帯の基準周波数に6.25kHzの自然数倍を加えたものであって、帯域幅が5.8kHzのチャンネルをいう。)を使用するもの(同時使用可能な最大チャンネル数は2とする。)であること。

(制御装置)

■送信時間制限機能

現行の600秒連続送信によるチャンネル占有を回避するため、他の特定小電力無線局の規格(ARIB STD-T67 特定小電力無線局400MHz帯及び1,200MHz帯テレメータ用、テレコントロール用及びデータ伝送用無線設備)を参考として通信時間の目安を検討(別冊資料参照)。送信時間制御機能の一案として、5秒送信、2秒停止が考えられるが、送信時間制限について今後更なる検討が必要である。また、連続送信時間によるチャンネル使用の排他的独占を防ぐ仕組みについても合わせて実施する必要がある。

(参考)

位置検知方式の呼称

ビーコン方式

- ビーコンには、もともと標識、灯台、狼煙などの意味があり、位置や情報などの伝達手段。
- 本検討会では、端末から発射される電波を受信し、その到来方向(交点)や強度を測定して発射源の位置を特定する方式のものをいう。
- ビーコン電波は、方位測定等を行うための情報を含まない連続的(パルス状)発射と一定間隔で挿入される識別ID変調波で構成される。

GPS方式(双方向制御)

- 本検討会では、GPS等の電波を受信して端末において測位を行うもので次の機能を有するものをいう。
- 双方向通信により、位置データ(現在位置及び一定間隔で測位蓄積した過去の位置)の送信を遠隔から制御する機能。

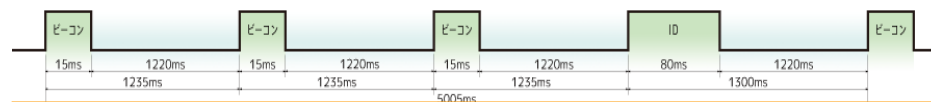
GPS・ビーコン併用方式

- GPS方式に加えて、データ・ダウンロードのための端末への接近を容易にするため、ビーコン方式を併用するものをいう。

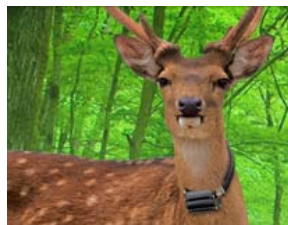


ビーコン方式
小動物用発振器

約5秒周期: 15ms(ビーコン), 1220ms(休止), 15ms(ビーコン), 1220ms(休止), 15ms(ビーコン), 1220ms(休止), 80ms(ID), 1220ms(休止)



常時ビーコン
信号を送信



GPS方式
ビーコン併用
中・大型動物(熊・鹿)



常時ビーコン
信号を送信

コマンドによりストック
データ取得する。

受信機

