

# ロボットにおける電波利用の高度化 に関する電波政策と今後の取り組み

総合通信基盤局  
電波部 移動通信課  
平成28年12月19日

# 【目次】

- ◆ ドローン／ロボットの積極的利活用と電波利用
- ◆ 電波利用の高度化に向けた取組
- ◆ ドローンに係る運用ルール、利用環境整備（電波以外）
- ◆ まとめ（ドローンのさらなる利活用に向けて）

# ドローン／ロボットの 積極的利活用と電波利用

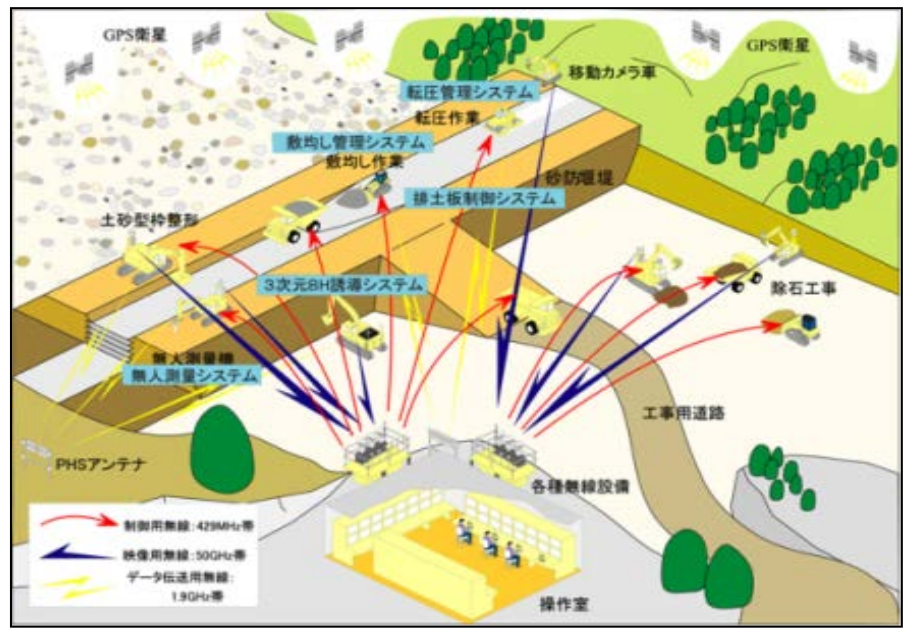
# 電波を利用するロボットの事例

## ビークルロボット(ロボット農機)



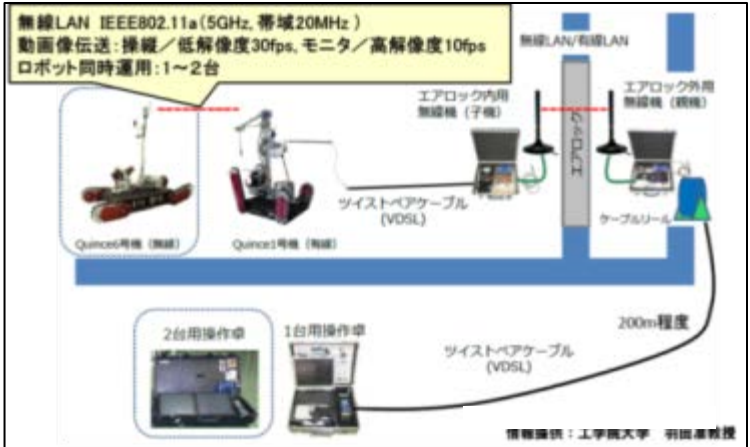
資料提供:北海道大学 野口教授

## 屋外遠隔作業ロボット (建設無人化施工)



資料提供:産業競争力懇談会

## 小型調査ロボット



資料提供:工学院大学 羽田准教授

## 無人航空機(ドローンによる防犯)



資料提供:セコム(株)

## 無人ヘリコプター(農薬散布)



資料提供:ヤマハ発動機(株)

### 農業散布用 FAZER



送信機

■通信 73MHz ラジコン用規格 7ch

■全長 2.78m メインローター径 3.1m  
■重量66kg 積載重量33kg



送信機



地上局



データ通信、画像通信アンテナ

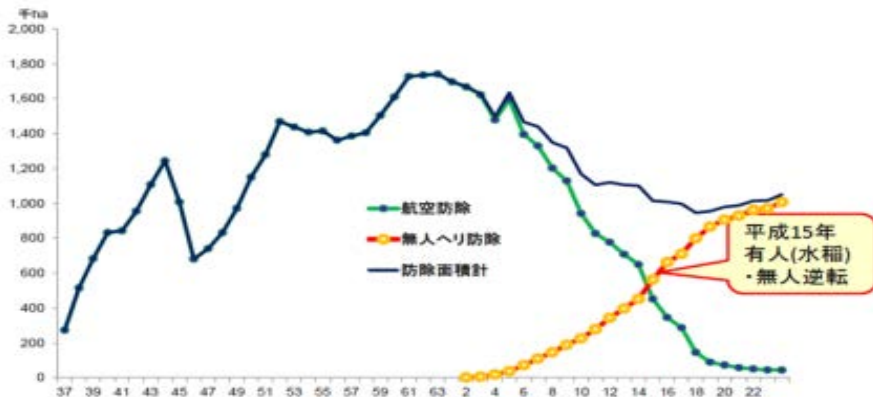
■通信 73MHz ラジコン用規格 (離着陸用)  
2.4GHz 小電力データ通信 (データ通信用)  
1.2GHz アナログ 1W (画像通信用)

■全長 2.75m メインローター径 3.1m  
■重量84kg 積載重量10kg  
■飛行範囲 半径 5km (飛行時間90分)

### 自動航行型 RMAX G1



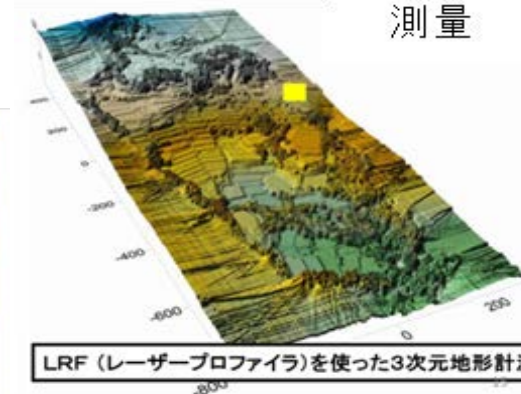
### 有人・無人ヘリによる防除面積の推移



### 農業散布



### 測量



LRF (レーザープロファイラ)を使った3次元地形計測

### 地震計設置・回収



### 無人ヘリコプター機体・オペレーター等の推移

平成	利用面積 ha	機体数	オペレーター数
2	2,610	106	(469)
5	37,960	307	(1,650)
10	226,380	1,151	(5,680)
15	562,800	1,905	(9,574)
20	906,350	2,381	(13,065)
21	930,310	2,341	11,517
22	963,250	2,346	11,700
23	971,133	2,410	11,750
24	1,007,042	2,458	11,699
25	1,047,284	2,601	11,736

注: 20年度までのオペレーター数は、延べ認定者数

利用区分	具体的な利用用途	
地上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・火山の無人観測</li> <li>・建設/土木工事の無人化施工</li> <li>・災害現場における調査/復旧作業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・農業機械の無人化</li> <li>・車両の自動運転</li> <li>・案内/誘導サービス</li> </ul>
屋内	<ul style="list-style-type: none"> <li>・災害現場における調査/復旧作業</li> <li>・トンネル内災害調査</li> <li>・戸建住宅床下点検</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・屋内荷物の自動搬送</li> <li>・案内/誘導サービス</li> </ul>
上空	<ul style="list-style-type: none"> <li>・災害現場による観測</li> <li>・火山の無人観測</li> <li>・橋梁/建造物の老朽化点検</li> <li>・送電線の点検</li> <li>・壁面調査</li> <li>・プラント/工場/施設等の警備監視作業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ソーラー発電のパネル異常検出</li> <li>・農産物生育状況の確認</li> <li>・農薬散布</li> <li>・空撮/地図作成</li> <li>・荷物/物資輸送</li> <li>・番組制作/取材</li> </ul>
海上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水中ロボット等の位置把握等の測量探査</li> <li>・水中でのインフラ点検</li> <li>・深淺測量</li> </ul>	

# ロボットに利用されている主な無線通信システム

無線システム名称 /無線局種	周波数帯	送信出力	伝送速度	利用形態	無線局 免許
ラジコン操縦用微弱無線	73MHz帯等	※1	5kbps	操縦	不要
特定小電力無線局	400MHz帯	10mW	5kbps	操縦	不要※2
特定小電力無線局	920MHz帯	20mW	～1Mbps	操縦	不要※2
携帯局	1.2GHz帯	1W	(アナログ方式)	画像伝送	要
小電力データ通信システム	2.4GHz帯	10mW/MHz (FH方式は3mW/MHz)	200k～54Mbps	操縦 画像伝送 データ伝送	不要※2
無線アクセス	4.9GHz帯	250mW	～54Mbps	画像伝送 データ伝送	要
小電力データ通信システム	5GHz帯	10mW/MHz	～6.93Gbps	画像伝送 データ伝送	不要※2
簡易無線局	50GHz帯	30mW	(アナログ方式)	画像伝送	要

※1： 500mの距離において、電界強度が200 $\mu$ V/m以下

※2： 免許を要しない無線局については、無線設備が電波法に定める技術基準に適合していることを事前に確認し、証明する「技術基準適合証明又は工事設計認証」を受けた無線設備を使用する場合に限る。

⇒ 右図の「技適マーク」が表示された無線設備のみ使用可能である。



技適マーク

- ロボットの積極的活用によって我が国の国際競争力を高めるために、ロボットの発展に向けた戦略等が策定

## 政府全体の動き

### ロボット新戦略

(ロボット革命実現会議/平成27年1月策定)

- 2020年にロボット革命を実現するための5カ年計画を策定
- ロボットの利活用を支える新たな電波利用システムの整備についても言及

### 日本再興戦略

(改訂2014/平成26年6月24日閣議決定)

- 日本が抱える課題解決の柱として、ロボット革命の実現を提言
- 地域活性化・地域構造改革の実現を提言

### 国家戦略特区

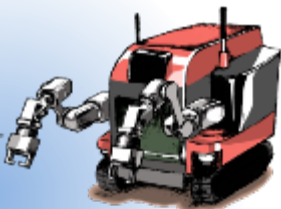
(近未来技術実証プロジェクトの検討)

- 自動飛行、自動走行等の「近未来技術に関する実証プロジェクト」と、その実現のための規制改革等を検討

- 多様な分野でロボットの利用が期待

## 社会への普及

ドローン



救助用ロボット

ロボットの活用  
ニーズの高まり

多様化するロボットの電波  
利用ニーズに応えること  
が必要

- 人が立ち入れない場所において作業を行うためのロボットの重要性
- 手軽に入手可能な新しいタイプのロボットの登場
- 様々な分野へのロボットの活用可能性



## 3 大学改革／科学技術イノベーションの推進／世界最高の知財立国

### ①「ロボット新戦略」の推進

「ロボット新戦略」に基づき、次世代技術開発や規制制度改革をはじめとする分野横断的取組及び分野別取組を着実に推進し、ロボット革命を実現する。

規制制度改革に関しては、

- ・ ロボットの制御、画像データの伝送、障害物等の検知のためのセンシング等に必要となる電波利用に関連した制度整備に係る検討を来年度末までに行い、2017年度以降、必要な措置を講ずる。

.....

## 4 世界最高水準のIT社会の実現

### v) 未来社会を支える情報通信環境整備

#### ①需要増大・新サービスの提供に向けた移動通信システム用の周波数帯の拡張の実現

.....

特に、IoTや小型無人機等のための新たな電波利用システムに使用可能な周波数帯の拡張については、情報通信審議会で検討し本年度中に結論を得る。

## 5 立地競争力の更なる強化

### (遠隔医療や小型無人機等の「近未来技術実証」の推進)

#### ⑤小型無人機の実証等に関する無線局免許の迅速化

- ・ 特区内における小型無人機の活用に関する実証実験や、ベンチャー企業等による製品開発等を推進するため、現在の特定実験試験局制度を見直し、混信等の問題を発生させないための調整をよりきめ細かく行うこと等により、免許が可能な範囲として告示する地域を、現在の地方支分部局の管轄区域ごとから市町村単位等ニーズに応じて柔軟に設定するとともに、迅速な手続の下、現在Wi-Fi等で広く活用されている周波数帯であっても、これを活用可能とする。

- ◇ ロボットの活用を前提とした規制緩和及びルール整備の両面からバランスのとれた規制改革を推進。
- ◇ **ロボット革命イニシアティブ協議会を中心に随時、課題を整理**。政府の規制改革会議とも連携し、関連する諸制度を俯瞰した総合的な改革を実行。**ロボットバリアフリー社会**を構築。

## ◆ ロボットの利活用を支える新たな電波利用システムの整備(電波法)

(遠隔操作や無人駆動ロボットで使用する電波の取扱い(既存無線システムとの周波数共用ルール等、簡素な手続き))

→**2016年度までに要求条件の整理及び技術的検討を実施した上で、必要な措置を順次実施。**

## ◆ 新医療機器の承認審査迅速化(医薬品医療機器等法)

(患者の負担軽減等が期待される手術支援ロボット等、ロボット技術を活用した新医療機器の取り扱い)

→承認審査の迅速化を図り、新医療機器については、**標準的な総審査期間(優先審査品目では10カ月)に処理できる割合を、2018年度に8割へ引き上げ。**

## ◆ 介護関係諸制度の見直し

(**現行3年に1度**となっている介護保険対象機器の追加手続きの弾力化(技術革新に対応できる要望受付・検討等))

→2015年より、**介護保険の給付対象に関する要望の随時受付や新たな対象機器の追加を随時決定。**

## ◆ 道路交通法・道路運送車両法

(搭乗型移動支援ロボットの公道走行)

→これまでの道路運送車両法に基づく基準緩和制度の活用に加え、**2014年中実施予定の「構造改革特区評価・調査委員会」の評価結果を踏まえて、2014年に創設された「企業実証特例制度」の活用も含め、搭乗型移動支援ロボットの取扱いについて検討していく。**

## ◆ 無人飛行型ロボットのためのルール作り(航空法等)

(災害現場等での利用に期待が高まる無人飛行型ロボット(UAV)の具体的な運用ルール)

→大型無人機について、国際民間航空機関(ICAO)で**2019年以降に想定されている国際基準改定に参画しつつ、併せて国内ルール化。**小型無人機に関して運用実態を把握し、関係法令等の整備を検討。

## ◆ 公共インフラの維持・保守関係法令

(ロボットの効果的・効率的な活用方法(目視等の人間を前提とした点検作業におけるロボット活用に関するルール))

→**2016年度までに各種ロボットの現場検証・試行、評価**を通じて、ロボットの有効活用方策を検討。その結果に基づきロボット活用を進める分野において、順次適用。

# 「近未来技術実証プロジェクト」提案(平成27年2月)

## 1. 「近未来技術実証プロジェクト」提案募集結果 (概要)

(近未来実証特区検討会 第3回(H27.2.27)資料より作成)

- 提案総数：70 件
- 提案主体：144 主体（自治体 33、民間企業等 111）
- 主な提案分野及び提案者については以下のとおり。

主な分野 (提案数/主体)	主な提案者
<u>自動飛行</u> 提案数：33 提案主体：63 (自治体 20、民間等 43)	仙台市（宮城県）、仙北市（秋田県）、福島県、茨城県、つくば市（茨城県）、茂木町（栃木県）、成田市（千葉県）、新潟市（新潟県）、松本市（長野県）、伊那市（長野県）、静岡県、愛知県、養父市（兵庫県）、十津川村（奈良県）、広島県、高知県、大川村（高知県）、北九州市（福岡県）、人吉市（熊本県）、 NTTコミュニケーションズ(株)、熊本大学、(独)産業技術総合研究所、静岡スカイテック(株)、三菱重工(株)、ヤマハ発動機(株) 等
<u>自動走行</u> 提案数：22 提案主体：46 (自治体 14、民間等 32)	岩見沢市（北海道）、仙台市（宮城県）、茨城県、つくば市（茨城県）、伊那市（長野県）、駒ヶ根市（長野県）、愛知県、豊田市（愛知県）、十津川村（奈良県）、北九州市（福岡県）、長崎県、南島原市（長崎県）、小林市（宮崎県）、久米島町（沖縄県）、 インクリメント・ピー(株)、慶應義塾大学、東北大学、日本電気(株)、富士重工(株) 等
<u>遠隔医療</u> 提案数：21 提案主体：43 (自治体 9、民間等 34)	川根本町（静岡県）、愛知県、豊田市（愛知県）、養父市（兵庫県）、十津川村（奈良県）、長崎県、人吉市（熊本県）、小林市（宮崎県）、沖縄県、特定非営利活動法人遠隔医療推進ネットワーク、京都府立医科大学、(一社)新見医師会、三井物産(株) 等
<u>遠隔教育</u> 提案数：4 提案主体：4 (自治体 2、民間等 2)	伊那市（長野県）、小林市（宮崎県） 等

※複数分野が組み合わされた提案、複数主体からの提案が含まれるため、各分野の提案数、提案主体数を足し合わせると提案総数、提案総主体数を超過する。

## 秋田県仙北市

## 愛知県

### 秋田県仙北市

### 放牧利用やドローン実証などによる 国有林野の民間開放 特区

— 「農林・医療ツーリズム」のための改革拠点 —

#### 林業経営や放牧に解放

●農業生産法人の要件緩和

市域面積 ▶ 8割が林野  
6割が国有林野

●国有林野の民間開放  
(貸付面積や貸付対象者の拡充)



#### 無人飛行の実証



遭難者の捜索



火山監視

#### 観光地における 外国人医師による診療

●単独の診療所での診療解禁



玉川温泉



鳥獣被害対策などの  
農林畜産分野の調査

1

(国家戦略特別区域諮問会議第13回資料より)

無人飛行ロボットは、災害地や農山村地域等の社会的課題解決や新ビジネス創出への期待がされているが、利用ニーズに合わせた更なる性能向上や安全性の克服などの解決すべき課題が残されていることや、電波法や航空法の規制により社会への普及が進展していない。  
そこで、長時間飛行や高高度飛行などの基本性能高度化実証や消防車や人が近寄れない場所を想定した火災消火活動、被害対策の負担軽減等を目的とした客観評価・生態系調査、自動走行車両の地図作成など様々な場面で活用を実証し、新たなビジネスモデルの構築を目指す。

#### 1 実証実験概要

- 基本性能高度化実証実験**
    - 無線電波の最速条件を検証する実証実験
    - 長時間飛行（1時間程度）や高高度飛行（150m以上）の耐久性実験
    - 携帯電話搭載によるリアルタイム映像送信
    - 無人滑空ロボット、無人水上航行ロボットの性能実験 など
    - ＜実験場所＞ 長久手市（愛・地球博記念公園及びその周辺）  
瀬都市（臨海部）
  - 火災消火活動実証実験**
    - 消火剤投下装置を搭載し、山火事等を想定した消火活動実験
    - ＜実験場所＞ 尾張旭市（愛知県消防学校）
  - 客観評価・生態系調査支援実証実験**
    - 撮像素子、監視、捕獲物搬送等の客観対策負担軽減実験
    - 疑似飛行による保護鳥等の調査可能性実験
    - ＜実験場所＞ 岡崎市（本宮山周辺）
  - 自動走行地図作成実証実験**
    - 自動走行地図を作成する簡易的方法実験
    - ＜実験場所＞ 長久手市（愛・地球博記念公園及びその周辺）
- ※いずれも愛知県内のモノづくり企業が実施する予定。

#### 2 現行の課題

- 無人飛行ロボットで使用できる電波が限定されている（周波数 2.4GHz 帯、出力 10mW 以下）ため、受信距離が短い、地上で受信する画像が乱れる。
- 海外製品（主に米国）は、周波数 5.8GHz 帯を使用するものが多いが、国内では、その周波数帯は ETC 等の使用に割り当てられている。そのため、海外の優れた製品を国内で使用することができない。
- 国内で使用する無線機器は技術基準適合証明が必要となるため、無線電波の最速条件を検証する実験を円滑に実施できない。
- インターネットを介して操作及び映像送信が容易な携帯電話（陸上移動局）を無人飛行ロボットに搭載して実験することができない。
- 広範囲な地形を撮影するに当たり、航空法により 150m 以上の高さを飛行できない。

- 【提案措置】
- 【電波法】 周波数 2.4GHz 帯の高出力化（10mW 以上）
  - 【電波法】 周波数 5.8GHz 帯の使用
  - 【電波法】 技術基準適合証明・認証の不要
  - 【電波法】 携帯電話の上空・水上の使用
  - 【航空法】 高度 150m 以上の飛行

#### ■ 実現による社会的・経済的効果

- 中山間地域等の社会的課題の解決
- 産業振興に資する無人飛行ロボット競技会の開催
- モノづくり技術を活かした新たなサービスビジネスの創出
- 火災現場や山間地域、危険な現場での作業軽減

(愛知県公表資料)

# 「未来投資に向けた官民対話」

- 今後、政府として取り組むべき環境整備の在り方と民間投資の目指すべき方向性を共有するため、安倍内閣総理大臣主催により、日本経済再生本部の下、「未来投資に向けた官民対話」が開催。  
(平成27年10月～)
- 第二回の会合(同11月5日)では、IoT、ビッグデータ等の観点から、自動走行・ドローン等に関する具体的な方針を決定。

## 電波利用に係る民間からの要望(第2回会合)

- ドローンの広域での安定制御のためのドローン用の周波数割当てと出力制限の緩和
- 利便性の高い携帯電話の上空利用を可能に



## 高市総務大臣発言(抜粋)

ドローンをより遠くまで飛ばして、高画質の映像など、大容量データのやりとりを可能とするということは、測量や物流といった新たな利用の可能性を広げるという観点から大変重要だと思っている。……私は電波を所管する立場から、まず、ドローンの操作やデータの伝送に用いる周波数帯の拡大及び電波の出力の引き上げを行う。また、携帯電話を上空で利用できるようにするために、年度内に方針を定めて、来年の夏までに必要な制度を整備することにする。

## 安倍内閣総理大臣による締めくくり(抜粋)

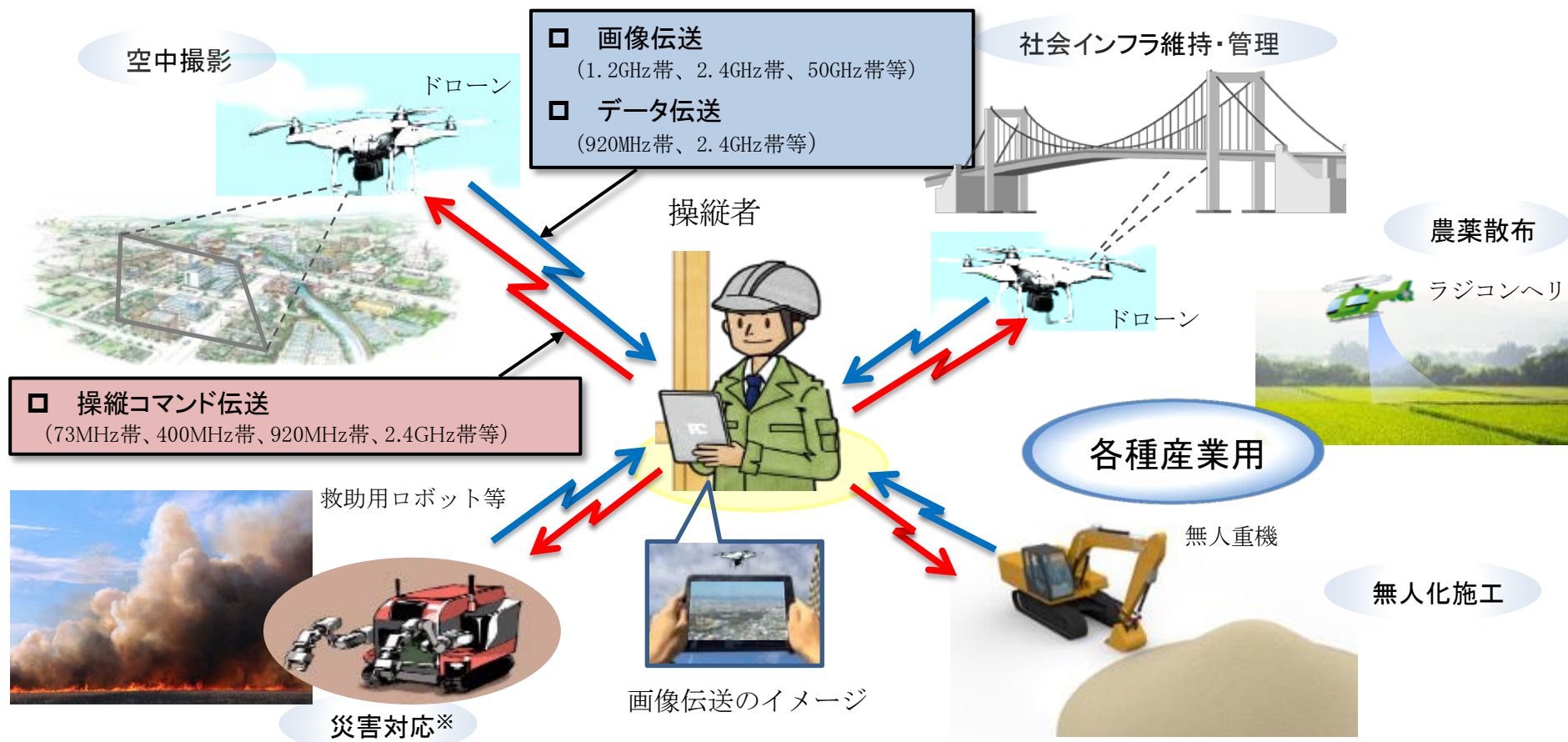
ドローンや建設機械を、より遠隔地から操作したり、データをやり取りできるようにします。このため、来年夏までに、使用できる周波数帯の拡大や出力アップなど、新たな電波利用の制度を整備します。

# 電波利用の高度化 に向けた取組

➤ 総務省では、ドローンを含むロボットの電波利用の高度化のため、昨年3月より、情報通信審議会において、使用可能周波数の拡大や最大空中線電力の増力等に向けた技術的検討を実施。

➡ 技術的条件をとりまとめ(本年3月22日答申)

## ロボットの利用イメージと電波の利用イメージ



# ロボットにおける電波利用の現状

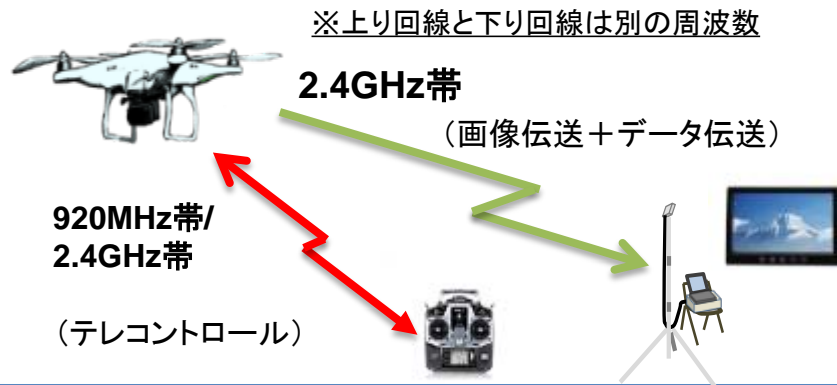
- ロボットにおける電波利用はこれまで制御系を中心に利用されてきたが、近年、ドローンを中心に画像／映像伝送の需要が高まっている

## ロボットの通信形態

- ①テレコントロール …… 操縦者からロボットを操縦するための制御情報の伝送
- ②データ伝送 …… ロボットから操縦者等へロボットの状態や搭載された各種機器からの情報(画像を除く)※の伝送  
※例) GPS情報、残存バッテリー情報の伝送等
- ③画像伝送 …… ロボットに搭載されたカメラ画像／映像の情報伝送

## ■無人飛行機の電波利用イメージ

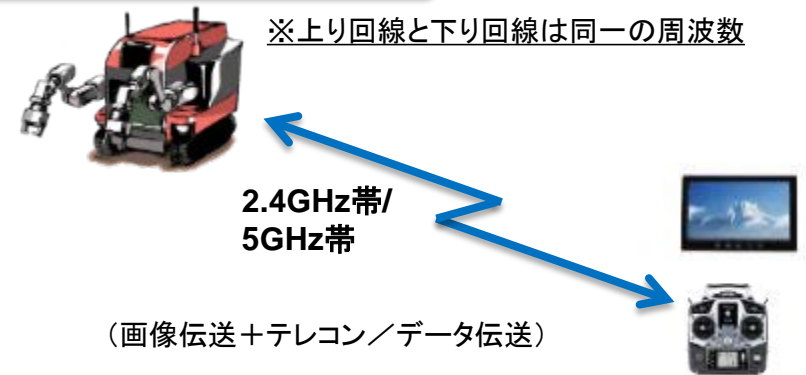
### 単向通信・同報通信・単信方式



- 画像／映像伝送は観測等が主体であり機体制御と一体的に運用する必要性は低い。
- テレコントロールは、既存の周波数や技術的条件の範囲で必要な通信距離を確保することが十分可能。

## ■無人化施工や屋内作業用の利用イメージ




### 一周波複信方式(TDD)



- 現状では、各種カメラやセンサーを容易に設置がしやすいIP接続を基本とした無線LANを活用。
- 画像／映像伝送は、ロボット制御と一体の運用を必須としているため、一つの無線通信システムによる運用が望まれている。



## ドローンの種類・機能

形状	性能	主な機能・用途	主な電波利用
回転翼機(マルチロータ) 	航続時間:15~45分程度 巡航速度:30~60km/h 積載重量: ~10kg  <ul style="list-style-type: none"> <li>自動離着陸可能</li> <li>GPSによる自律飛行、画像・センサによる屋内自律飛行が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■画像取得               <ul style="list-style-type: none"> <li>計測・測量</li> <li>監視・警備</li> <li>放送コンテンツ</li> <li>農業</li> <li>防災 等</li> </ul> </li> <li>■輸送・投下               <ul style="list-style-type: none"> <li>物流・医療物資 等</li> <li>農薬散布 等</li> </ul> </li> <li>■データ計測               <ul style="list-style-type: none"> <li>放射線、大気物質 等</li> </ul> </li> </ul>	<国内> <ul style="list-style-type: none"> <li>73MHz</li> <li>920MHz</li> <li>1.2GHz</li> <li>2.4GHz 等</li> </ul> <海外> <ul style="list-style-type: none"> <li>■米国               <ul style="list-style-type: none"> <li>900MHz</li> <li>2.4GHz</li> <li>5.8GHz 等</li> </ul> </li> <li>■英国               <ul style="list-style-type: none"> <li>35MHz</li> <li>2.4GHz</li> <li>5.8GHz 等</li> </ul> </li> <li>■仏国               <ul style="list-style-type: none"> <li>433MHz</li> <li>868MHz</li> <li>2.4GHz 等</li> </ul> </li> <li>■豪国               <ul style="list-style-type: none"> <li>900MHz</li> <li>2.4GHz</li> <li>5.8GHz 等</li> </ul> </li> </ul>
回転翼機(シングルロータ) 	航続時間:60~90分程度 巡航速度:30~80km/h 積載重量: ~100kg  <ul style="list-style-type: none"> <li>自動離着陸可能</li> <li>GPSによる自律飛行が可能</li> </ul>		
固定翼機※ 	航続時間:3~6時間程度 巡航速度:30~150km/h 積載重量: ~5kg  <ul style="list-style-type: none"> <li>地上での自動離着陸の他、手投げ離陸、カタパルト離陸が可能</li> <li>GPSによる自律航行が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■画像取得               <ul style="list-style-type: none"> <li>計測・測量</li> <li>監視・警備</li> <li>農業</li> <li>防災 等</li> </ul> </li> <li>■通信               <ul style="list-style-type: none"> <li>中継伝送 等</li> </ul> </li> </ul>	

※概ね機体重量25kg未満の小型機

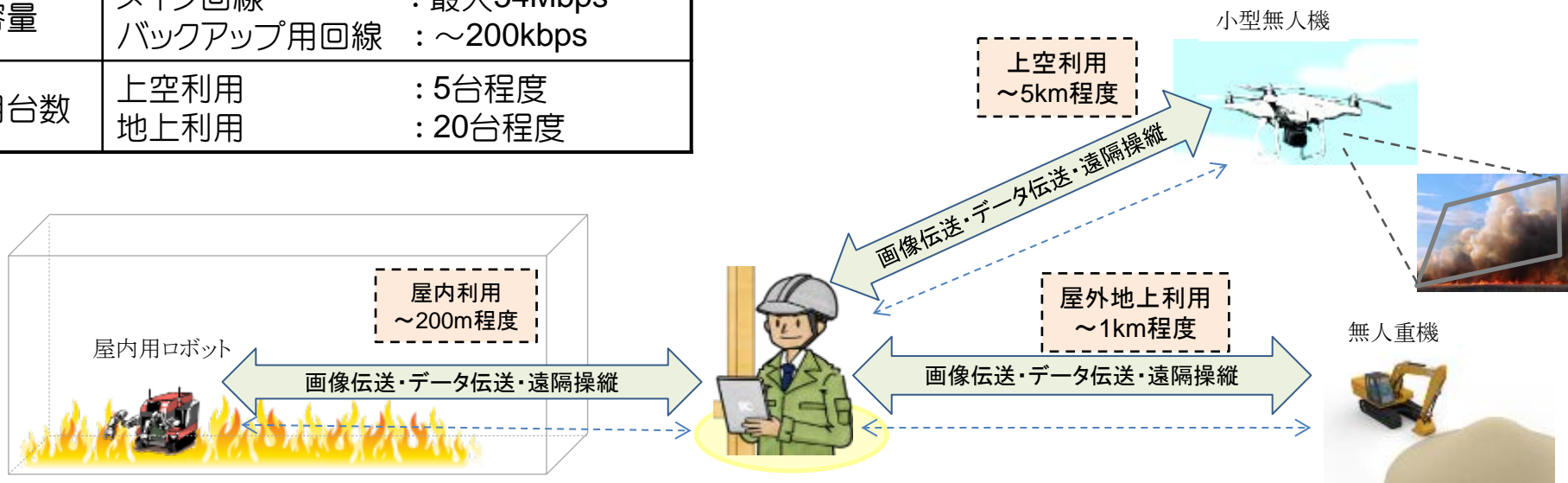
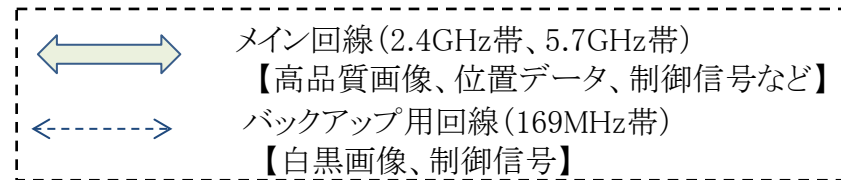
# 電波利用の高度化に対する要求条件

## 電波利用に対するニーズ

- 高画質で長距離の画像伝送が可能となるよう、大容量の通信を可能とすること。
- ロボットを一つの運用場所で複数台運用できるように、いくつかの通信チャンネルが使用可能であること。
- 主に使用する回線の他に、混信やその他の電波伝搬上の障害等の何らかの事情により、当該主回線が不通となった場合に備えて、バックアップ用に別の通信回線が使用可能であること。
- 低コストの無線機実現の観点から、使用する周波数は、既存システムに利用されている汎用的な周波数帯が望ましい。

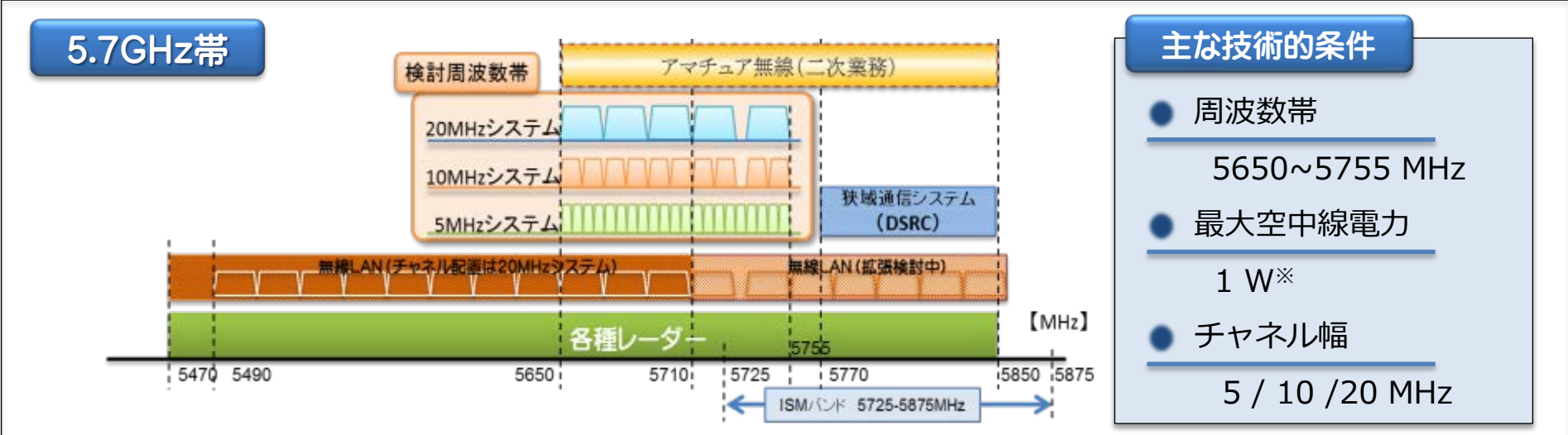
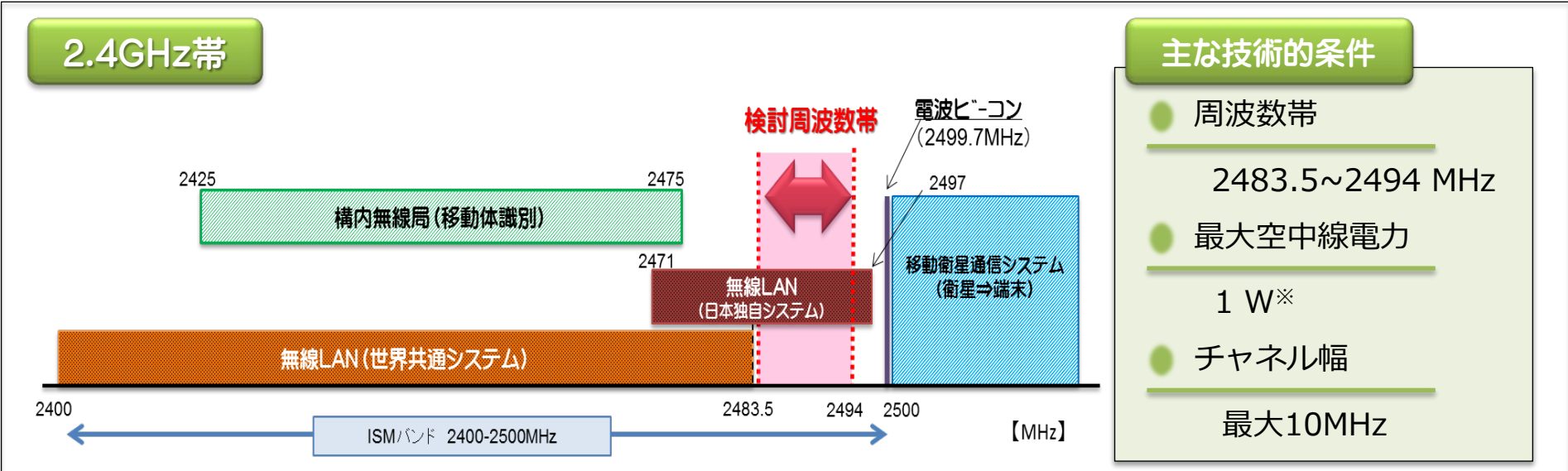
## ロボット用無線システムに対する要求条件

通信距離	上空利用	: ~5km程度
	地上利用	: ~1km程度、
	屋内利用	: ~200m程度
伝送容量	メイン回線	: 最大54Mbps
	バックアップ用回線	: ~200kbps
同時運用台数	上空利用	: 5台程度
	地上利用	: 20台程度



# 検討周波数帯と主な技術的条件(メイン回線)

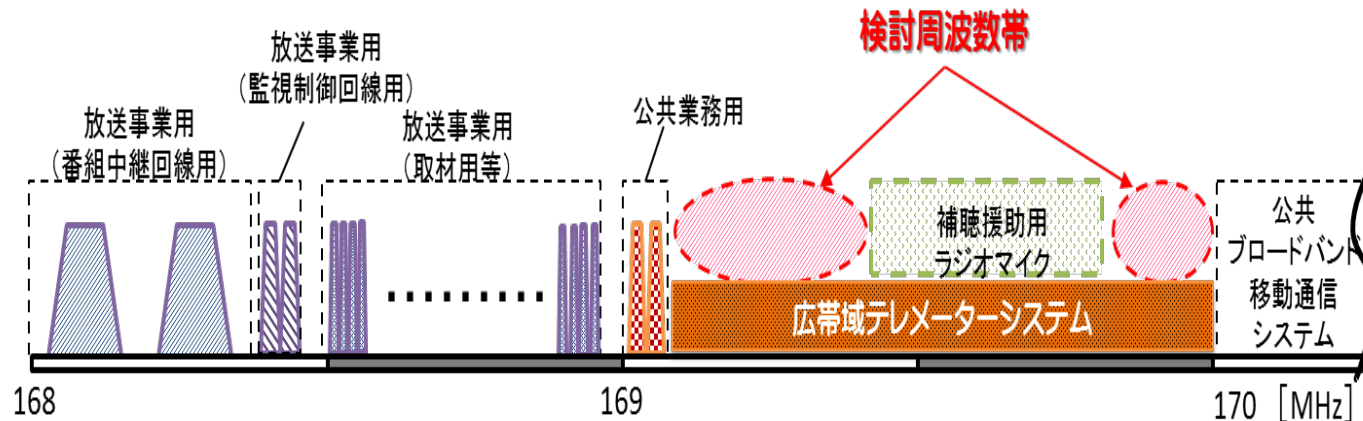
□ メイン回線用として、**2.4GHz帯**及び**5.7GHz帯**を候補周波数帯に選定し、無線システムに対する要求条件を踏まえて、新たに導入する無線システムの技術的条件や既存無線システムとの共用条件等につき検討。



※既存の無線LANシステムと比較すると約4倍(EIRP比較では約10倍)の増力

バックアップ回線用として、169MHz帯を候補周波数帯に選定し、技術的条件や他システムとの共用条件を検討

## 169MHz帯

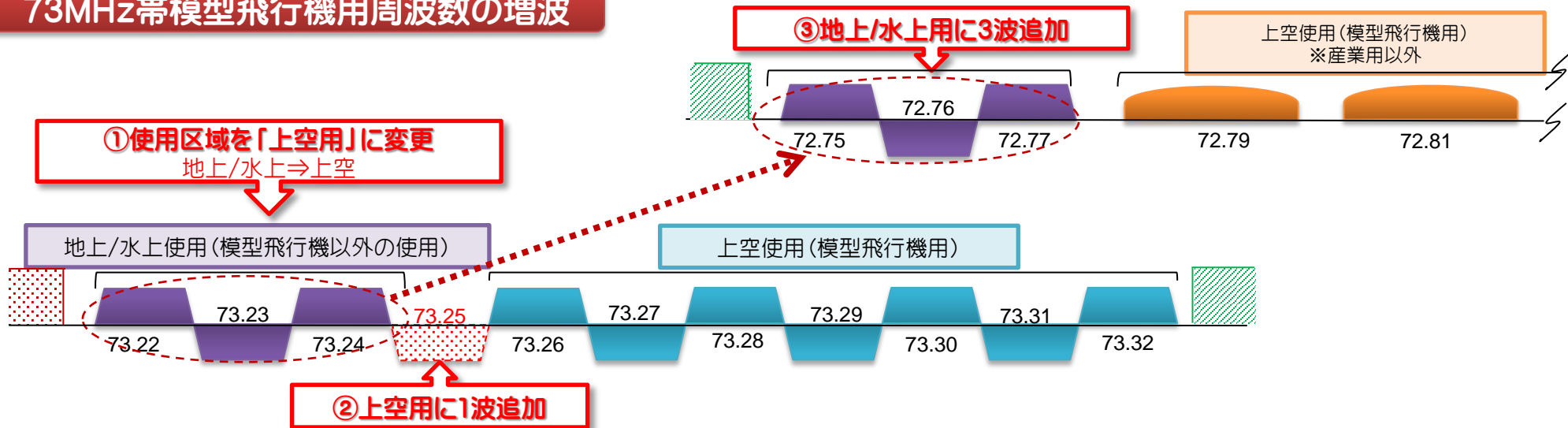


## 主な技術的条件

- 周波数帯  
169.050~169.3975MHz  
169.8075~170MHz
- 最大空中線電力  
1 W
- 占有周波数帯幅  
300kHz以内

無人ヘリコプターの増加を踏まえ、73MHz帯の産業用模型飛行機の制御用周波数を4波増波 ※総数:11波

## 73MHz帯模型飛行機用周波数の増波



# 周波数共用検討結果等

## ◎周波数共用の検討結果

### 2.4GHz帯

- 現に運用されている無線システム間の干渉と同等程度であること、また、既存無線システムの運用に配慮するなどにより周波数を共用することは可能。

### 5.7GHz帯

- 不要発射強度の許容値の設定、無線LANシステムとの周波数離調を確保するなどにより、既存無線システムと周波数共用することは可能。

### 169MHz帯

- 既存無線システムに対し、与干渉で数キロメートル程度の離隔距離が必要となるが、移動業務相互間となること、また、必要に応じて運用調整を行う等により周波数を共用することは可能。

## ◎留意事項

- 周波数共用を図るために既存無線システムへの運用に配慮し、また、ロボット無線システム相互間の運用調整を行うことが必要。
- このため、ロボット用電波利用システムにおいては、他の無線システムを含めて円滑な運用調整を図るために無線局免許の取得を必要とすることが適当。
- 円滑な周波数利用の観点から、ロボット運用者側が主体となって運用調整のための仕組み作りが行われることが望ましい。
- 2.4GHz帯及び5.7GHz帯については、他の無線システムから一定程度の干渉を受ける可能性があること考慮するべきであり、特に上空で利用する場合にあっては、安全性の確保を考慮したシステム構築や運用を行うことが望ましい。

# 無人移動体画像伝送システムの技術基準の制度整備

情報通信審議会のロボットの高度に向けた技術的条件の答申を踏まえ、電波法関連規定の改正(案)を作成し、本年5月12日から6月13日まで意見募集を実施。

本年7月13日に省令改正案について、電波監理審議会から答申を受け、今後、本年8月31日に制度整備(公布施行)。

## 1. 無人移動体画像伝送システム

169.05MHzを超え169.3975MHz以下、169.8075MHzを超え170MHz以下、2483.5MHzを超え2494MHz以下又は5650MHzを超え5755MHz以下の周波数の電波を使用する自動的に若しくは遠隔操作により動作する移動体に開設された陸上移動局又は携帯局が主として画像伝送を行うための無線通信(当該移動体の制御を行うものを含む。)を行うシステムをいう。

## 2. 無線局免許制度の導入

- 無人移動体画像伝送システムを使用する場合は、陸上移動局又は携帯局として予め無線局の免許が必要。
- 使用する無線設備に対して技術基準適合証明又は工事設計認証の制度を適用し、免許手続の簡素化。
- 無線局を運用する場合には、無線従事者の配置が必要。

## 3. 無線設備の主な技術基準

	169MHz帯	2.4GHz帯	5.7GHz帯
周波数	169.050～169.3975MHz 169.8075～170MHz	2483.5～2494 MHz	5650～5755 MHz
最大空中線電力	1W(※)	1 W	1 W
使用周波数幅	100/200/300kHz	5/10MHz	5/10/20MHz

※上空使用の場合は10mWとする。

# 無人移動体画像伝送システムの無線局の開設の流れ

## 無線局の開設の流れ

169MHz帯、2.4GHz帯、5.7GHz帯の電波を使用する無人移動体画像伝送システムを運用する場合には、予め総務大臣から無線局の免許を受ける必要があります。



※ 技術基準適合証明又は工事設計認証を受けた無線設備を使用する場合には、簡易な免許手続により、無線局の開設が可能となります。この場合、予備免許や検査は不要となり、必要な審査を踏まえ、無線局の免許が付与されます。



## 無線従事者の配置

169MHz帯、2.4GHz帯、5.7GHz帯の電波を使用する無人移動体画像伝送システムの無線局を運用（操作）する場合には、「第三級陸上特殊無線技士」以上の資格を有する必要があります。

# 無人移動体画像伝送システムの周波数

周波数帯	Ch間隔等	周波数	占有周波数帯幅の許容値	最大空中線電力	使用区域	備考
169MHz帯		169.12MHz 169.90MHz 169.22MHz 169.32MHz	100kHz	1W	全国及び日本 周辺海域並び にそれらの上空	注
		169.17MHz 169.27MHz	200kHz			
		169.22MHz	300kHz			
2.4GHz帯	5MHz	2486MHz 2491MHz	4.5MHz			
	10MHz	2489MHz	9MHz			
5.7GHz帯	5MHz	5652.5MHzから5752.5MHzま での5MHz間隔の21波	4.5MHz			
	10MHz	5655MHzから5725MHzまでの 10MHz間隔の8波 5740MHz 5750MHz	9MHz			
	20MHz	5660MHzから5720MHzまでの 20MHz間隔の4波 5745MHz	19.7MHz			

注 上空で使用するものについては、空中線電力は10mW以下、かつ、等価等方輻射電力は15.12dBm(1mWを0dBmとする。)以下であること。  
ただし、災害時における使用その他特に必要が認められる場合にはこの限りでない。

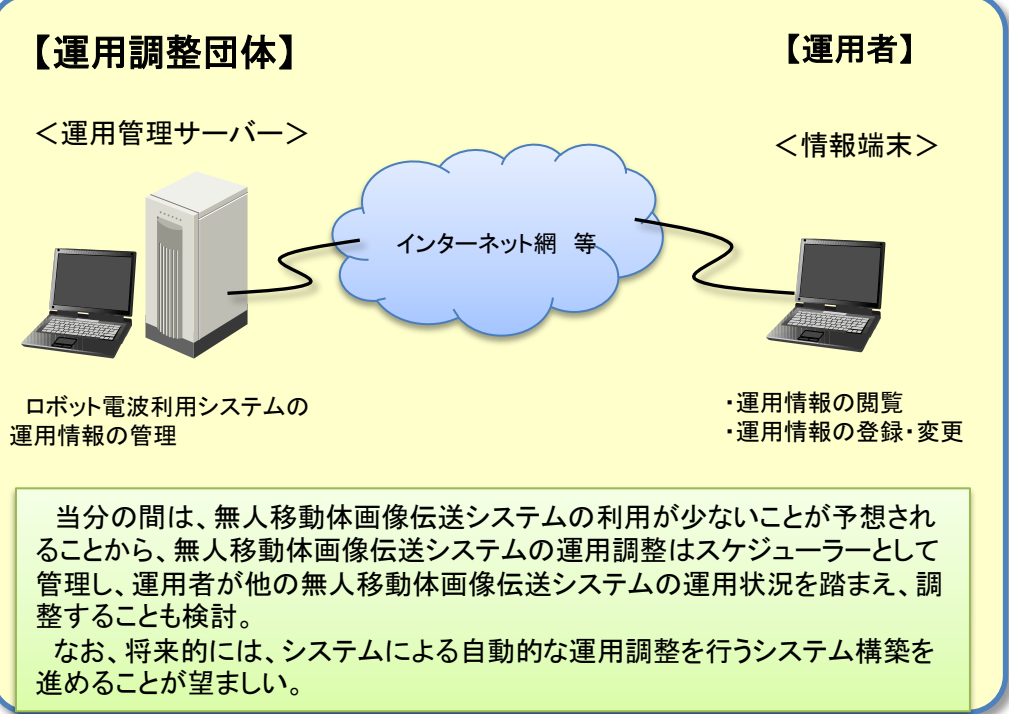


## ■ 審査基準

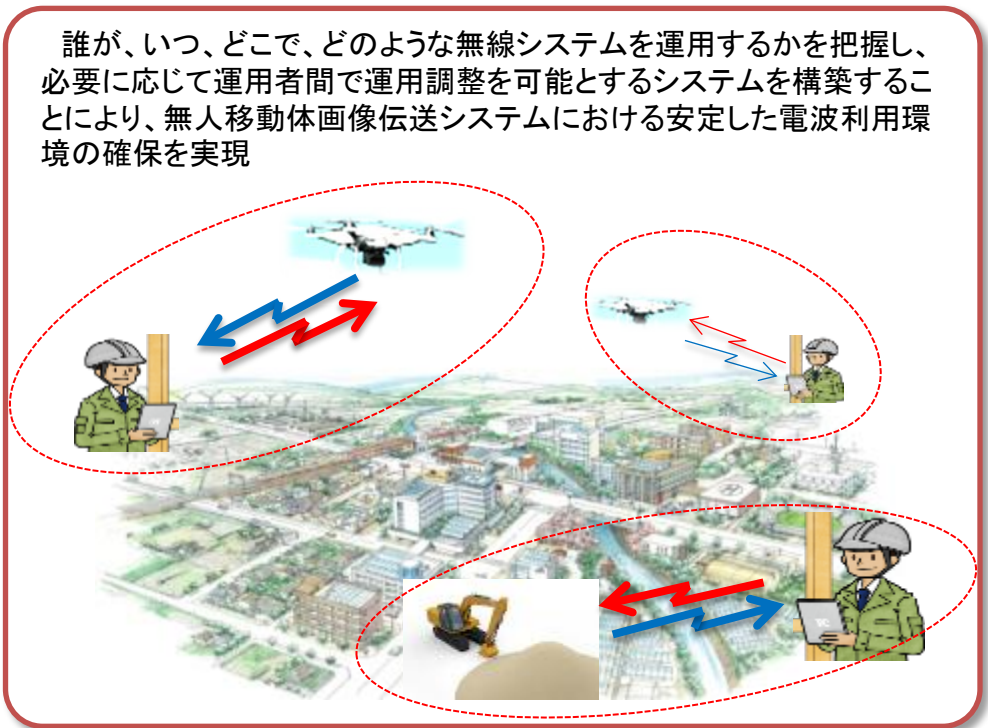
項目	審査基準
免許主体	自動的に又は遠隔操作により動作する移動体を用いて画像伝送（産業の用に供するものに限る。）を行う者であること。
開設の条件	(ア) 無線局は、陸上、海上若しくは上空を移動中又はその特定しない地点に停止中運用するものであること。 (イ) 主として画像伝送のために無線通信（当該無線局を設置する移動体の制御を行うための無線通信を含む。）を行うものであること。
通信事項	申請者が所掌事務等を遂行するために必要かつ適切なもの又は一般業務用通信に関する事項であること。
通信の相手方	(ア) 陸上移動局にあっては、免許人所属の陸上移動局又は受信設備であること。 (イ) 携帯局にあっては、免許人所属の携帯局又は受信設備であること。
周波数	指定する周波数は、169MHz帯、2.4GHz帯及び5.7GHz帯のうち別表第1に定める範囲内のものであること。
占有周波数帯幅	占有周波数帯幅は、無線局の開設の目的を達成するために必要な伝送速度からみて合理的かつ必要最小限のものであること。
無線設備の条件	設備規則第49条の33の規定に適合するものであること。
空中線電力	(ア) 空中線電力は1Wを上限とし、無線局の開設の目的を達成するために必要最小限の空中線電力であること。この場合において、等価等方輻射電力は設備規則大49条の33の規定に適合するものであること。 (イ) (ア)の規定にかかわらず、169MHz帯の周波数の電波を使用するものであって、上空で使用するものについては、空中線電力は10mW以下かつ等価等方輻射電力は15.12dBm（1mWを0dBmとする。）以下であること。ただし、災害時における使用その他特に必要が認められる場合には、この限りでない。
移動範囲	無線局の開設の目的を達成するために必要な区域とする。
混信保護	同一周波数帯を使用する他の無人移動体画像伝送システムの無線局その他の無線局との混信防止のための運用調整に関する資料が提出されていること。
その他の事項	航空法その他の法令に抵触せず運用する旨が事項書等において記載されていること。

無人移動体画像伝送システムの運用に当たっては、円滑な電波利用を確保するため、他の無線局と事前に運用調整を行うことが必要であり、当該運用者が主体となった運用調整団体による運用情報等の一元的な管理や運用調整支援の実施が必要。

## ■ 運用調整システムのイメージ



※(一社)電波産業会「ロボット用電波利用システム調査研究会」の資料より抜粋



## 【運用情報(スケジューラ)のイメージ】

運用期間		周波数帯	運用場所	目的	利用形態	通信距離	空中線電力	運用者		
運用日	時間							会社名	担当者名	連絡先
H28.12.15	10:00~16:00	5.7GHz帯	大分県●●市	空撮	上空利用	3km	1W	●●会社	△△△△	090-XXX-XXX
H28.12.22	10:00~16:00	5.7GHz帯	福島県●●市	無人化施工	地上利用	1km	1W	●●会社	△△△△	090-XXX-XXX
H28.12.23~ H28.12.25	10:00~16:00	169MHz帯 2.4GHz帯	鹿児島県●●市	火山調査	上空利用	5km	1W	●●会社	△△△△	090-XXX-XXX
H28.12.30	10:00~16:00	2.4GHz帯	青森県 陸奥湾	海洋調査	海上利用	3km	1W	●●会社	△△△△	090-XXX-XXX

## ■ 団体名

一般財団法人 総合研究奨励会 日本無人機運行管理コンソーシアム

## ■ 目的

本コンソーシアムは、無人機の産業利用を含む社会実装の円滑な推進のため、運用ルールの策定、安全基準や操縦資格基準の整備、不正利用の防止、安全利用にかかる事象など、無人機の安全運行と社会実装推進に必要な技術開発と環境整備について検討し、その実現に向けた活動を主たる目的とする。

技術開発と環境整備の実現に当ってはロボット革命、空の産業革命、復興の加速、地方創生など政府方針への貢献を考慮し、運行管理システムの構築・研究開発、空間認識・自立運行(衝突回避含む)の研究開発など、ロボットテストフィールドと連携した実証により、国際競争力を有する安全運行技術の確立、社会実装、事業モデルの実現を十分考慮するものとする。

## ■ 活動内容

- (1) 無人機の安全運行、環境整備に関連するテーマを取り上げたシンポジウム等を通じて無人機の産業利用を含む社会実装を推進する。
- (2) ロボットテストフィールドとの連携により運行管理システム、衝突回避技術など研究開発を推進するとともに事業モデルの社会実証を推進する。
- (3) 国との研究交流会などを通じて異業種連携・産官学間連携を強力に促進するとともにNASA UTMなど国内外の活動との交流を推進する。
- (4) 無人移動体画像伝送システムの制度整備に基づく運用調整を推進する。**
- (5) その他、本コンソーシアムの目的達成に必要な諸活動を行う。

## ■ 事務局

一般財団法人総合研究奨励会内

日本無人機運行管理コンソーシアム 事務局 (運用調整担当)

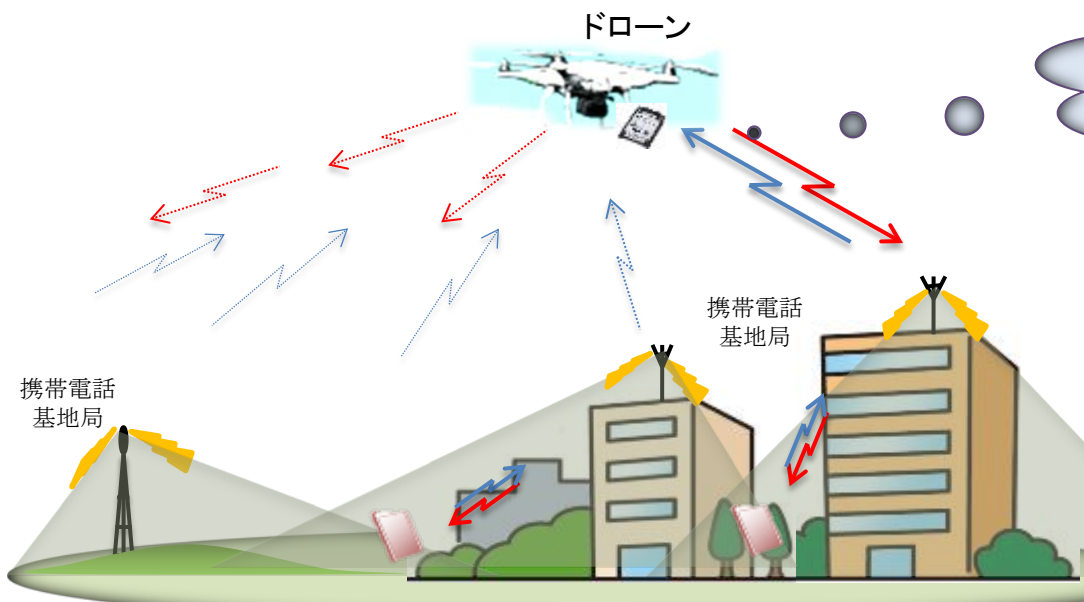
TEL: 050-3176-5590 FAX: 03-5471-4580

# 携帯電話の上空での利用について

## 携帯電話の上空利用に向けて

- サービスエリアが広く、高速・大容量のデータ伝送が可能な携帯電話をドローンに搭載し、画像・データ伝送等に利用したいとのニーズが高まっている。
- 携帯電話網は地上での利用を前提に設計されているため、上空での通信環境の調査を実施。ドローンの通信品質の確保や地上の携帯電話利用への影響などの課題があることから、引き続き検証が必要。
- このため、携帯電話の上空利用について、既設の無線局等の運用等に支障を与えない範囲で、試験的な導入を図る。(実用化試験局制度を活用)
- 本年7月13日に実用化試験局の制度整備済み。

## 携帯電話の上空利用のイメージ



### 携帯電話網は陸上(地上)での利用を前提にシステム設計

(基地局は下方方向に電波を発射し、基地局間及び他システムとの干渉を抑え、電波の利用効率を高めている。)

### 携帯電話の上空利用に対するニーズの高まり

- ・ ドローンに携帯電話モジュールを搭載して広域で機体の制御や映像伝送をしたい

### 携帯電話の上空利用に関する検討

- 携帯電話の上空での利用に関する受信環境調査を実施し、技術上・運用上の課題等を整理。
- ドローンの通信品質の確保や地上の携帯電話利用への影響などの課題があり、引き続き検証する必要があることから、試験的に携帯電話の上空利用の導入を図る。

※既設の無線局等の運用等に支障を与えない範囲で運用することが条件

- 国家戦略特別区域においては、ドローンを活用した物資輸送等の実証実験を実施中
- 総務省では、電波を活用した実証実験を行う際の手続を大幅に迅速化するための措置を手当

## 秋田県仙北市

学校図書の輸送(平成28年4月11日)や、ドローンレース(7月29日~31日)等

## 宮城県仙台市

ドローンの災害対応等への活用に向けた実証実験等

## 関西圏 (大阪府、兵庫県、京都府)

ワイヤレス電力伝送の活用に向けた実証実験

## 東京圏 (東京都、千葉県千葉市、成田市及び神奈川県)

【東京都】ドローンの土砂災害時等への活用に向けた実証実験

## 愛知県

ドローン開発・高度化に向けた実証実験等

## 福岡県福岡市・北九州市

ドローンやIoT機器開発に係る実証実験等

## 広島県・今治市

物資輸送、インフラ点検、山林管理に係る実証実験等

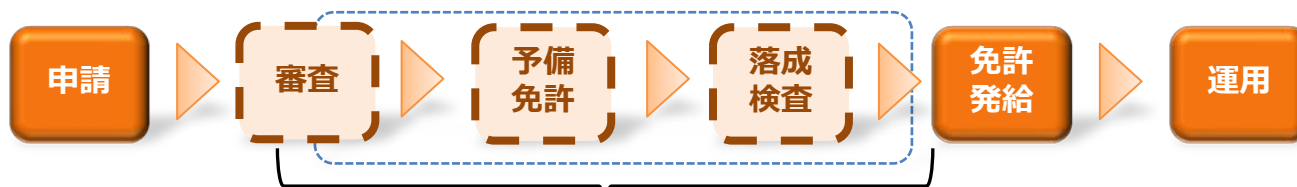
## 見直しの背景

- 特定実験試験局制度については、これまで、混信防止の観点から、各総合通信局等の単位で、無線局に利用されていない周波数を選定し、特定実験試験局として使用可能な周波数の範囲等を公示してきたところ。
- 一方で、昨今、地方公共団体等より、Wi-Fi等に利用されている周波数帯を利用して、小型無人機(ドローン)を活用した実証実験や、IoT機器(ウェアラブル端末等)の開発など、特区等の特定の地域内において、迅速な実験試験局免許手続きを求める要望が寄せられている。
- このようなニーズへの対応のため、本制度をより柔軟に運用可能とするよう見直しを行ったもの。

## 特定実験試験局制度の特徴

特定実験試験局制度は、電波を用いた実験等を実施するために必要となる無線局(実験試験局)について、総務大臣が公示する周波数・地域・期間・空中線電力の範囲で開設する等の一定の基準を満たした場合は、免許取得手続きを簡素化する制度。

### <通常の免許手続きとの比較>



特定実験試験局においては、審査が簡素化される他、予備免許・落成検査の省略が可能。

### <特定実験試験局のメリット>

申請から免許までの処理期間が1~2週間\*へと短縮(通常の免許の標準処理期間は最大6ヶ月)。

大学やメーカーの研究機関等における迅速な技術開発・製品化を促進。

※国家戦略特区に対しては、更なる迅速化のための特例措置を実施。

## 国家戦略特区に対応した特定実験試験局制度の特例措置

特定実験試験局制度の特例措置は、国家戦略特別区域での区域計画に規定する特例事業に該当する場合、免許申請前の段階で申請内容の予備審査を行うことなどにより、免許発給までの手続きを大幅に短縮する措置

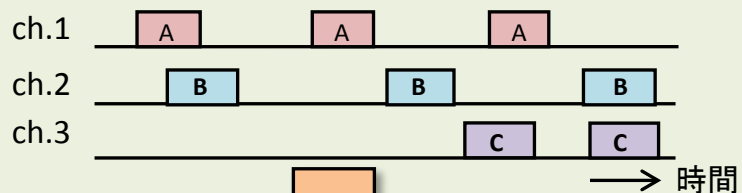


同一・近傍空域の複数の小型無人機(ドローン)に対して1の周波数を動的に割り当てる技術を開発し、周波数効率を3倍以上とすることで周波数を有効利用する。

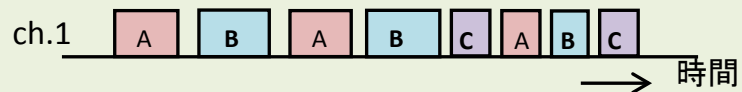
## 動的時間・空間資源配分技術のイメージ

従来(固定チャネル方式の場合)

1機体が1波を固定的に専有(周波数効率: 低)



1の周波数を複数UASで共用、要求に応じてチャネル配置、周波数帯域幅、タイムスロットを動的割当



# 電波利用における安全性の確保について

## ■ ラジコン(上空用)で利用できる周波数

- 40MHz帯、72MHz帯はホビー用のラジコン専用電波。(※産業用は、73MHz(農薬散布で利用)。)
- 近年、2.4GHz帯無線設備の利用が急速に普及、さらに920MHz帯の製品も登場。

※ 映像伝送では、2.4GHz帯の利用が主流。なお、海外で使用されている映像伝送等の5.8GHz帯の無線設備は、日本の技術基準に適合しないため日本国内で使用不可(日本国内ではETC等に使用)。

## ■ 技術基準適合証明を受けた無線設備(技適マークの表示設備)を使用

- 使用する無線設備は、技術基準適合証明(工事設計認証)を受けていれば無線局免許が不要で運用が可能(⇒認証マーク又は認証シールを確認。)。
- 外国製品の中には、この認証を受けていないものがあり、認証マークや認証シールがないものを使用すると電波法違反の恐れがある。



## ■ 安全な電波利用の確保

- 近年、利用が普及しつつある2.4GHz帯無線設備(プロポ)については、比較的混信に強い通信方式が採用されているが、絶対に混信がないというものではない。電波を利用する以上、その利用環境によっては混信が発生することを念頭に置いて運用することが重要。
- 安全運用のためには、電波の混信に十分注意するとともに、運用場所における安全性を十分に確保することが必要。
- 万一の事故のために、ラジコン保険への加入も検討が必要。

### 【ラジコン安全運用】

日本ラジコン模型工業会のホームページ  
(一財)日本ラジコン電波安全協会のホームページ

<http://www.rc-jrm.com/>

<http://www.rck.or.jp/contents/index.html>



ドローンに係る運用ルール、  
利用環境整備（電波以外）

# 無人航空機(ドローン、ラジコン機等)の安全な飛行のためのガイドライン

平成27年12月の航空法の改正により、無人航空機の飛行に関する基本的なルールが定められたことから、国土交通省航空局において、『無人航空機(ドローン、ラジコン機等)の安全な飛行のためのガイドライン』定められたところ。

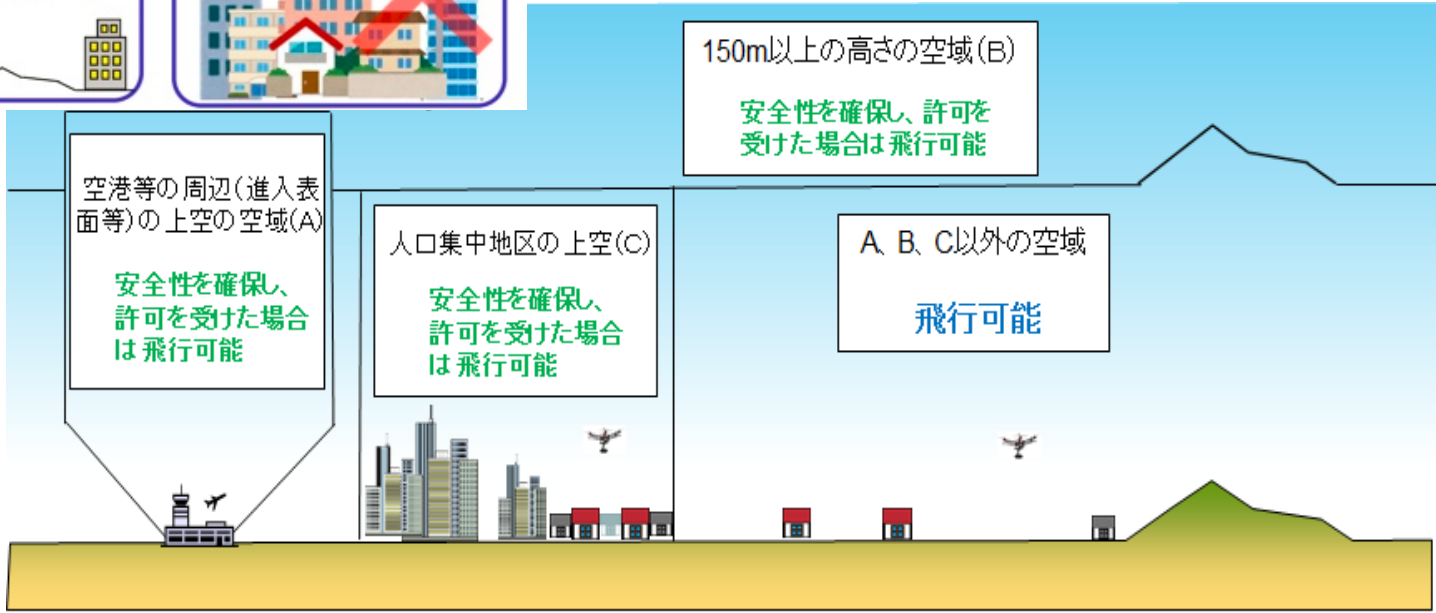
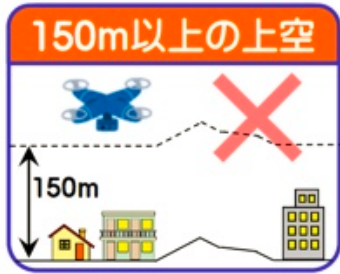
産業用のドローン等においては、現在、有視界飛行(VFR: Visual Flight Rules)を行う小型航空機等が飛ぶ空域をドローンが飛行することが想定され、ドローンの交通管理に必要とされる航空情報を誰がどのように管理を行うのかについて検討が必要となっており、本件については、日本無人機運行管理コンソーシアムにおいて、検討が進められているところ。

## ★飛行禁止空域

次の場所では、無人航空機の飛行は禁止されていますので、ご注意ください！飛行させたい場合には、国土交通大臣による許可が必要ですので、所定の手続きを行ってください。

(参考)無人航空機(ドローン、ラジコン機等)の安全な飛行のためのガイドライン

<http://www.mlit.go.jp/common/001128047.pdf>



(空域の形状はイメージ)

# 「ドローン」による撮影映像等の インターネット上での取扱いに係るガイドライン ①

総務省では、我が国においてドローンの普及が進みつつある状況を受け、ドローンによる撮影映像等をインターネット上で閲覧可能とすることについて考え方を整理し、このような行為を行う者が注意すべき事項について検討、ガイドラインとしてとりまとめ(平成27年9月11日)。

## 1. 本ガイドラインの位置づけ

- ドローンは、通常予期しない視点から戸建て住宅やマンションの部屋の中などを、居住者の同意なしに撮影することが可能。
- 被撮影者の同意なしに映像等を撮影し、インターネット上で公開することは、民事・刑事・行政上のリスクを負う。
  - ① プライバシー侵害行為が行われた場合、**民事上**、撮影者は被撮影者に対して、不法行為に基づく損害賠償責任を負うこととなる。
  - ② また、浴場、更衣場や便所など人が通常衣服をつけないでいるような場所を撮影した場合には、**刑事上、軽犯罪法や各都道府県の迷惑防止条例の罪に該当し、処罰されるおそれがある。**
  - ③ 更に、個人情報取扱事業者による撮影の場合には、無断での撮影行為は不正の手段による個人情報の取得として、**個人情報保護法の違反行為**となるおそれがある。
- 特に、撮影映像等をインターネットで閲覧可能とした場合、被撮影者に対する権利侵害があったときは、**人格権 に基づく送信防止措置(プロバイダ責任制限法\* 参照)や損害賠償請求**の対象ともなる。
  - ※ プロバイダ等が権利侵害情報を削除又は削除しない場合に免責されるケースを明示することにより、情報が適切に削除される環境を整備。例えば、プロバイダ等が情報を削除しても、①権利が不当に侵害されていると信じるに足る相当の理由があるとき、又は②発信者に削除に同意するかどうか照会したが7日以内に反論がないときにはプロバイダの責任が免責される。
- 撮影映像等をインターネット上で閲覧可能とすることについて考え方を整理し、**このような行為を行う者が注意すべき事項を「ガイドライン」としてとりまとめる**(プライバシー侵害等とならないための取組の目安を示すことにより、安心してドローンを利用できる環境を整備する。)

# 「ドローン」による撮影映像等の インターネット上での取扱いに係るガイドライン ②

## 2. 本ガイドラインの具体的内容

ドローンにより映像を撮影し、インターネット上で公開を行う者は、以下のような事項に注意することが望ましい。

(プライバシー侵害等に当たるかどうかは、画像の内容や写り方に左右される面が大きく、**最終的には事例ごとの判断**となる。趣味で飛行・撮影を行うケースや興味本位で画像を収集するケースなど、ドローンの撮影自体に公益的な目的が認められない場合は、プライバシー侵害等と判断されるリスクが大きくなると考えられる。)

### 【具体的に注意すべき事項】

#### (1) 撮影方法への配慮

- 住宅近辺における撮影を行う場合は、写り込みが生じないような措置をとること。
- 特に、高層マンション等の場合は、ドローンのカメラが水平に撮影することによって住居内の全貌が撮影できることとなることから、高層マンション等に対して水平にカメラを向けないこと。
- 住宅地周辺を撮影する場合は、リアルタイムで動画配信するサービスを利用して、撮影映像等を配信しないこと。

#### (2) 撮影映像等の処理

- 仮に、人の顔やナンバープレート、表札、住居の外観、住居内の住人の様子、洗濯物その他生活状況を推測できるような私物が撮影映像等に写り込んでしまった場合には、削除、撮影映像等にぼかしを入れるなどの配慮をすること。

#### (3) 削除依頼に対する体制整備

- 映像をインターネット上で公開するサービスを提供する電気通信事業者は、削除依頼に対する体制として、迅速かつ容易に削除依頼ができる体制を整備すること。
- その手続は、インターネット上での受付だけでなく、サービスの提供範囲等の事情も勘案しつつ、担当者、担当窓口等を明確化することや、必要に応じて電話による受付も可能とすること。

# まとめ

ドローンのさらなる利活用に向けて

## ○ドローン／ロボットによる電波の適正利用の確保

- 無線局免許、技術基準適合証明、運用調整…

## ○ドローン／ロボットの利活用ニーズの高度化に応じた電波利用制度

- 新たな周波数割当、出力制限緩和、特定実験試験局の運用柔軟化…

## ○今後の電波利用の促進に向けて

- 今後の成長が期待されるワイヤレスビジネスとして
- ドローン利活用の高度化を支える無線技術(制御、運行管理)…

**ご静聴ありがとうございました。**