

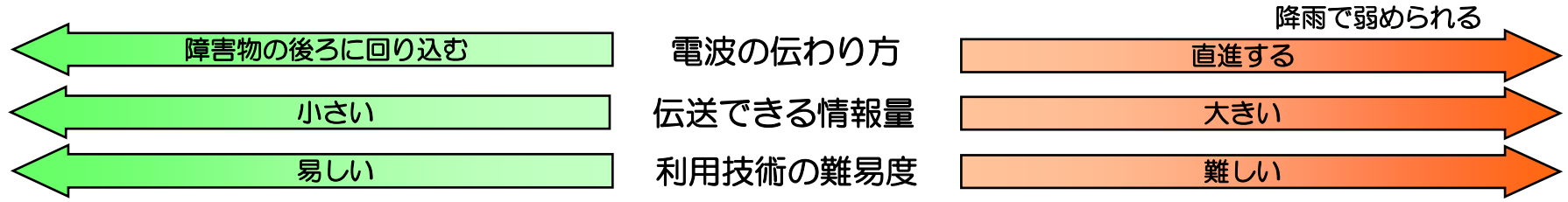
総務省における小型無人機（ドローン）の 電波利用に関する取組について

平成27年10月9日

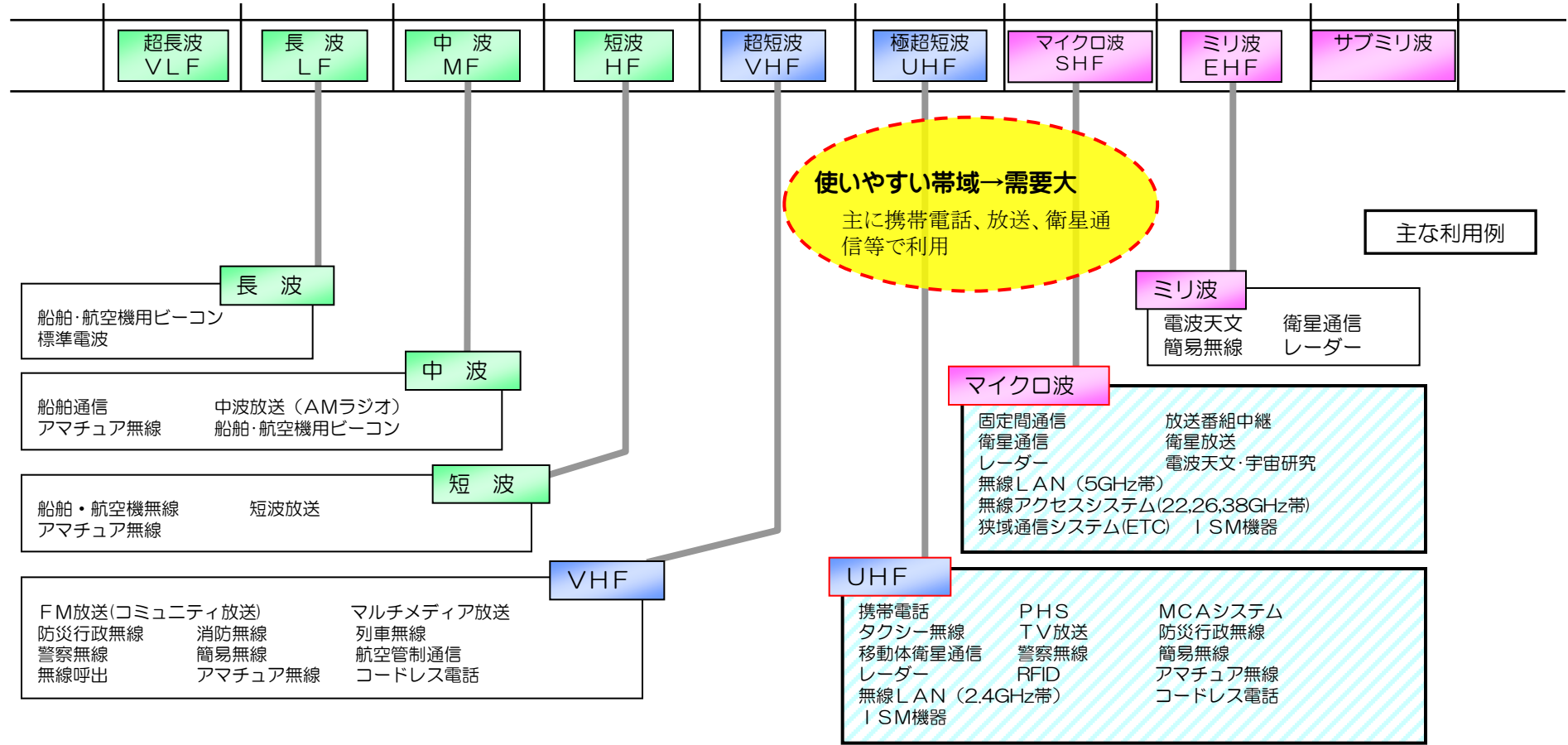
総務省総合通信基盤局

電波部 移動通信課

我が国の電波の利用形態



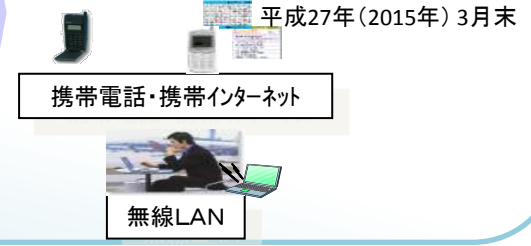
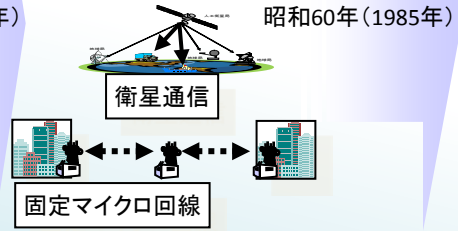
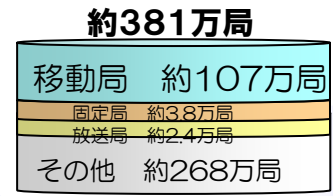
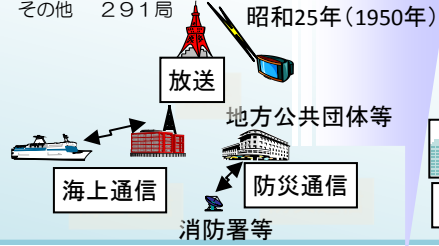
波長	100km	10km	1km	100m	10m	1m	10cm	1cm	1mm	0.1mm
周波数	3kHz	30kHz	300kHz	3MHz	30MHz	300MHz	3GHz	30GHz	300GHz	3000GHz
	(3千ヘルツ)	(3万ヘルツ)	(30万ヘルツ)	(300万ヘルツ)	(3千万ヘルツ)	(3億ヘルツ)	(30億ヘルツ)	(300億ヘルツ)	(3千億ヘルツ)	(3兆ヘルツ)



電波利用システムの変遷

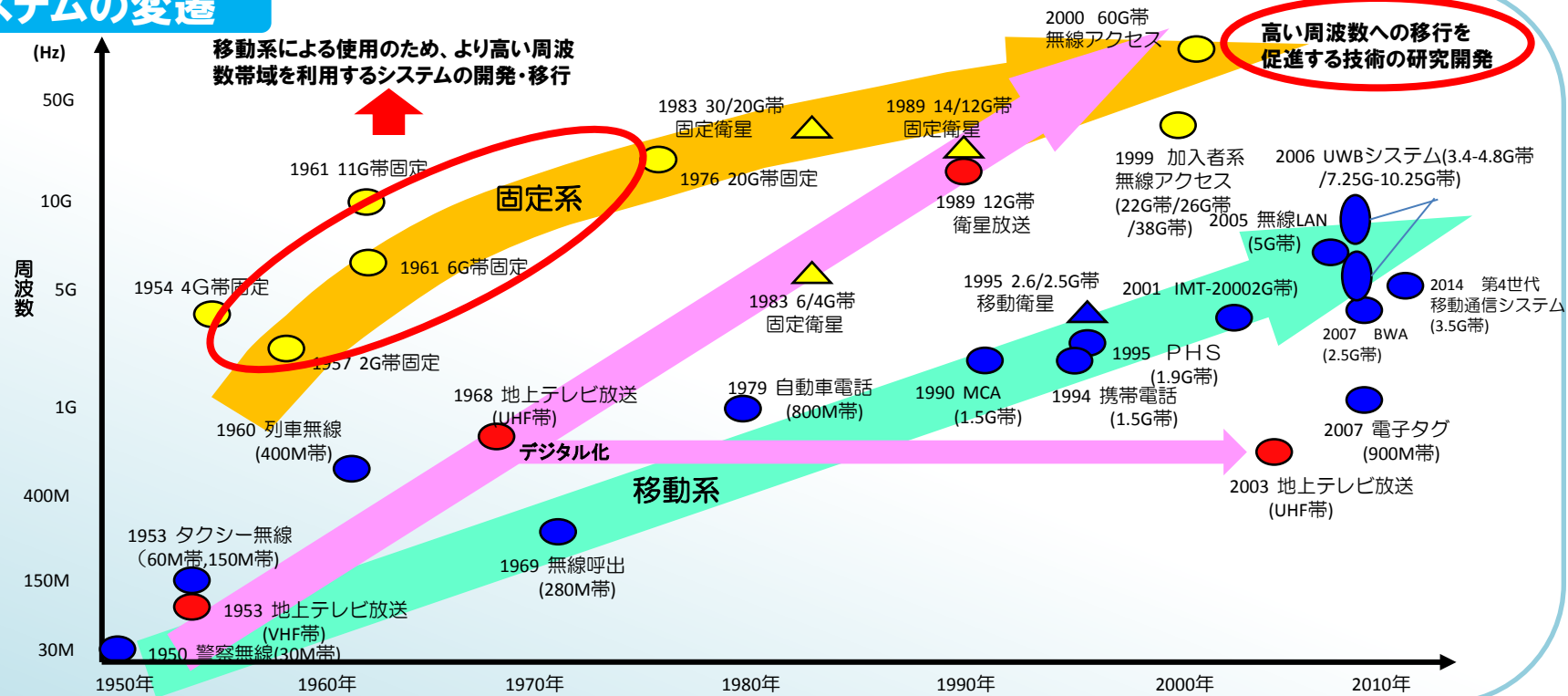
無線局の爆発的な増加

- 1950年代は公共分野におけるVHF帯等の低い周波数帯の利用が中心。
- 1985年の電気通信業務の民間開放をきっかけに移動通信分野における利用が爆発的に普及・発展。
- 現在、携帯電話・PHS・BWAの契約数は、1億7755万(平成27年3月末)であり、日本の人口1億2,708万人(平成26年11月)を上回る。



電波利用システムの変遷

- 年代を経て、電波利用技術の高度化や通信の大容量化に伴い、高い周波数帯域の利用へ拡大。
- 固定系システムをより高い周波数帯に移行し、移動系システムに再配分。



周波数の分配について

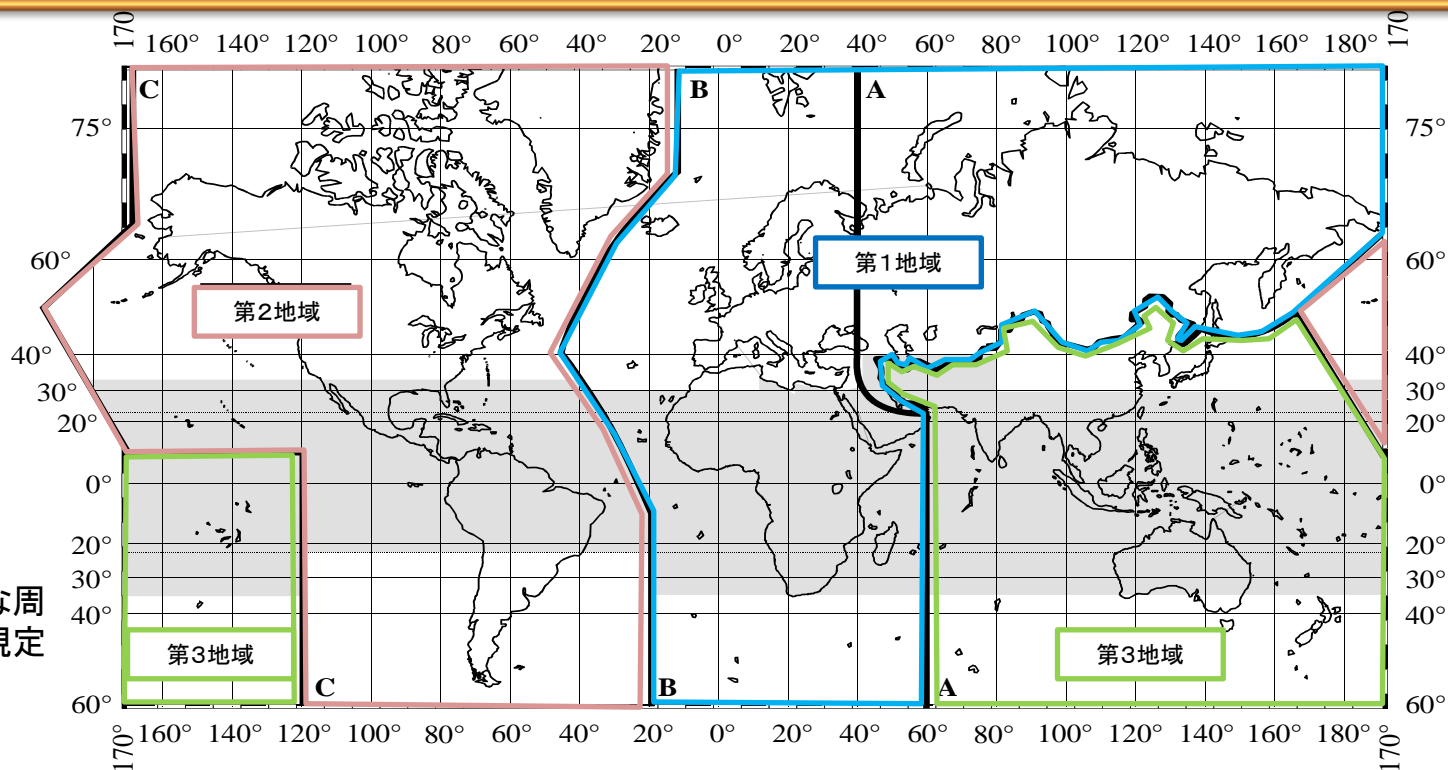
■ 周波数分配のための地域割り

国際電気通信連合 (ITU) 憲章に規定する無線通信規則により、世界を3つの地域に分け、周波数帯ごとに業務の種別等を定めている。(国際分配)

- 第一地域 欧州・アフリカ
- 第二地域 北米・南米
- 第三地域 アジア・オセアニア



国際分配をもとに、国内で割当可能な周波数、業務の種別、目的、条件等を規定
⇒「周波数割当計画」



■ 国際周波数分配表(一部抜粋*)

※脚注を除く

第一地域	第二地域	第三地域
470-790 放送	470-512 放送 固定 移動	470-585 固定 移動 放送
	512-608 放送	
	608-614 電波天文 移動衛星 (航空移動衛星 (地球から宇宙) を除く。)	585-610 固定 移動 放送 無線航行
	614-698 放送 固定 移動	610-890 固定 移動 放送
	698-806 放送 固定 移動	
790-862 固定 放送 移動 (航空移動を除く)	806-890 固定 移動 放送	
862-890 固定 移動 (航空移動を除く) 放送		

■ 無線局の免許

電波を使用する場合は、原則、無線局免許が必要【電波法第4条】

- 無線局免許の審査にあたっては、総務省令(無線設備規則)に定める技術基準への適合性や周波数の割当て可能性につき審査を行う。

※ 例えば、2. 4GHz帯の無線LANが使用する周波数や送信出力は、情報通信審議会において他の無線システムへ与える混信の度合い等を勘案して整理され、その結果を踏まえて無線設備規則で技術基準を規定

ただし、次のような出力が小さな無線設備の場合は、無線局の免許は不要【電波法第4条但し書き】

- ✓ 電波の出力が著しく微弱※¹な無線設備【電波法第4条第1項】
※¹: 電波法施行規則第6条第1項、第2項において出力を規定
- ✓ 出力1W以下で総務省令で定めるもの※²であって、混信防止機能を備え付けており、技術基準適合証明※³を受けている無線設備【電波法第4条第3項】
※²: 電波法施行規則第6条第4項において対象無線局を規定(用途、周波数、空中線電力等)
※³: 無線設備規則に適合していることの証明 ⇒ 無線LAN機器等が該当

■ 無線の周波数

無線の周波数は、国際周波数分配に基づいて使用しなければならない。

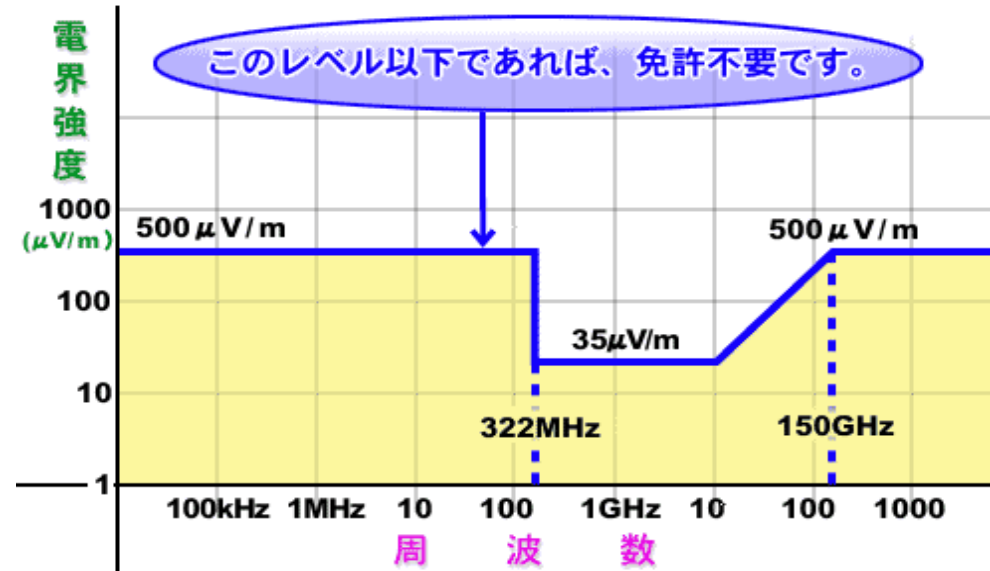
⇒外国では使用できる無線設備であっても、日本国内では周波数を変更しなければ使用できない場合がある。

※ 例えば、5. 8GHz帯無線LANは米国では使用できるが、同周波数帯は日本ではETC等が使用しているため、そのまま使用することはできない。(ETC等に混信・妨害が発生する可能性がある。)

1. 微弱無線局

- (1) 無線設備で、無線設備から3メートルの距離における電界強度(電波の強さ)が、右図に示されたレベルより低いものであれば、無線局の免許を受ける必要はない。
- (2) 無線設備から500メートルの距離における電界強度(電波の強さ)が、 $200\mu\text{V}/\text{m}$ 以下のもので、周波数等が総務省告示で定められている無線遠隔操縦を行うラジコンやワイヤレスマイク用などのものは、無線局の免許を受ける必要はない。

【図：微弱無線局の3mの距離における電界強度の許容値】



2. 小電力の特定の用途に使用する無線局

コードレス電話、小電力セキュリティシステム、小電力データ通信システム、デジタルコードレス電話、PHSの陸上移動局、狭域通信システム(DSRC)の陸上移動局、ワイヤレスカードシステム、特定小電力無線局等の特定の用途及び目的の無線局であり、次の条件をすべて満たすもの。

- (1) 空中線電力が1W以下であること。
- (2) 総務省令で定める電波の型式、周波数を使用すること。
- (3) 呼出符号または呼出信号を自動的に送信または受信する機能や混信防止機能を持ち、他の無線局の運用に妨害を与えないものであること。
- (4) 技術基準適合証明を受けた無線設備だけを使用するものであること。



技適マーク

ロボット等に利用可能な周波数帯 (主な無線設備)

■無線操縦 (操縦者⇒無人機器)

注: 下表の通信距離の値は、一般的な設備を想定した参考値であり、無線設備の仕様や利用環境等により異なる。

周波数帯	送信出力	送信出力関係規定	通信距離	無線局免許	備考(システム名称、無線局種)
73MHz帯 [†]	※1	電波法施行規則第6条第1項	1~5km	不要	微弱無線 [†] ラジコン専用波
350MHz帯	1W	電波法施行規則第13条(及び告示)	2~10km	登録	簡易無線局
400MHz帯	10mW	電波法施行規則第6条第2項(及び告示)	500~3km	不要	特定小電力無線
920MHz帯	20mW		1~3km		
1.2GHz帯	10mW		500~2km		
2.4GHz帯	10mW/MHz ^{※3}	電波法施行規則第6条第4項及び無線設備規則第49条の20	500m~3km	不要	小電力データ通信システム
150MHz帯	50W	電波法関係審査基準	~10km以上	要	携帯局(狭帯域デジタル無線)
400MHz帯	50W		~10km以上	要	

※1: 500mの距離において、電界強度が200 μ V/m以下。

※2: 他の無線局へ妨害を与えず、かつ、他の無線局からの混信を許容することが運用条件。

※3: FH方式の場合は1MHz当たり3mW以下。

■画像伝送等 (無人器機 ⇒ 操縦者)

周波数帯	送信出力	送信出力関係規定	通信距離	無線局免許	備考(システム名称、無線局種)
200MHz帯	5W以下	無線設備規則第49条の30	~10km	要	陸上移動局(公共BB移動無線)
1.2GHz帯 ^{※2}	1W	電波法関係審査基準	1~3km	要	携帯局
2.4GHz帯	10mW/MHz ^{※3}	電波法施行規則第6条第4項及び無線設備規則第49条の20	~300m	不要	小電力データ通信システム
50GHz帯	30mW	電波法施行規則第13条(及び告示)	1~5km	要	簡易無線局

政府全体の動き

日本再興戦略

平成25年6月策定、平成26年6月改定

- 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

ロボット革命実現会議 ロボット新戦略

事務局：内閣官房

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

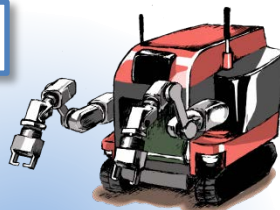
近未来技術実証特区検討会

事務局：内閣府

- 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
- プロジェクトの実施主体となる民間企業等の提案を公募、採用すべき技術実証プロジェクトや、その実現のための規制改革について検討

社会への普及

ドローン



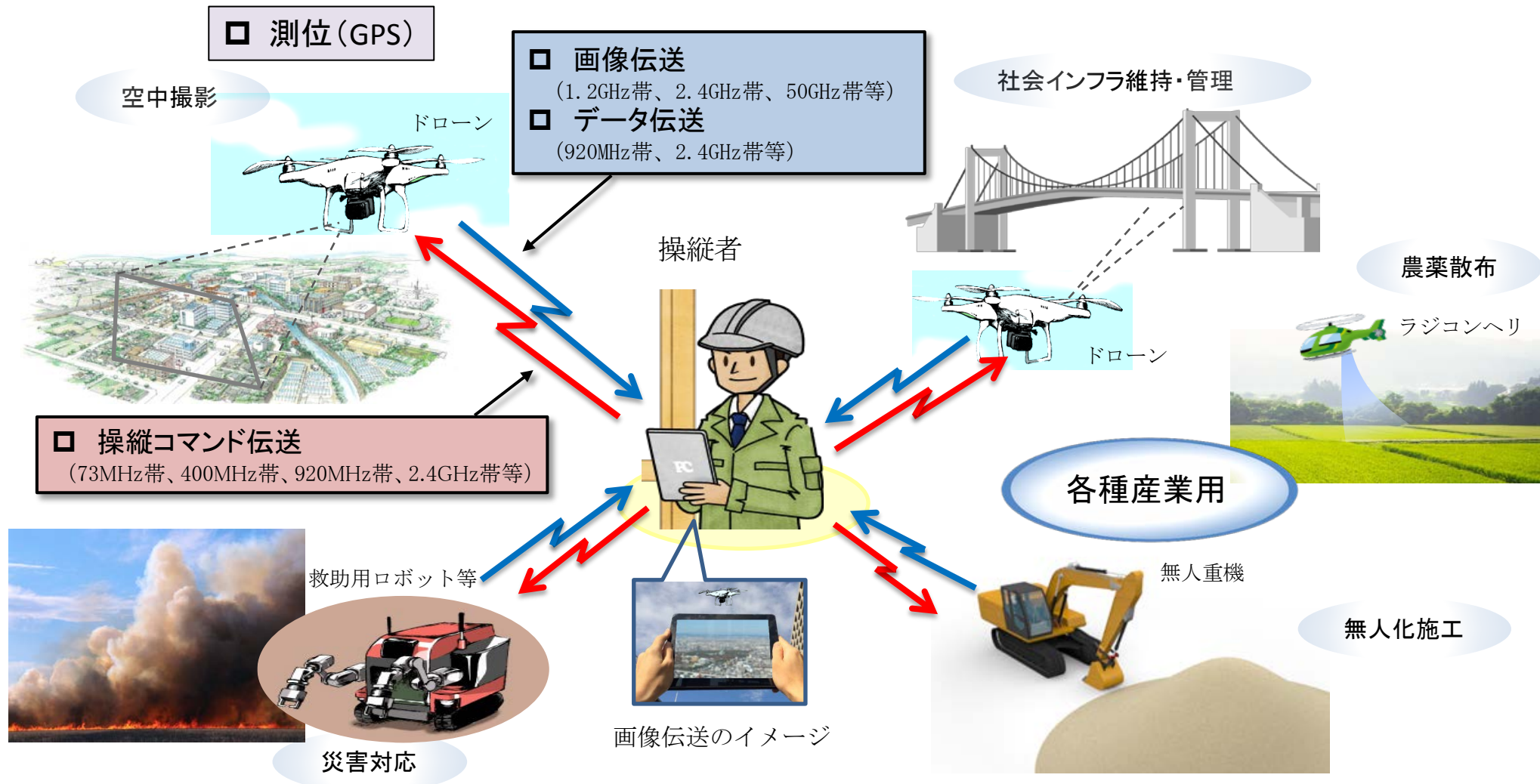
救助用ロボット

ロボットの活用ニーズの高まり

- 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

総務省

ロボットにおける電波活用ニーズの高度化に 대응するため、電波利用に係る環境整備について、技術的検討が必要。



現在でも、ロボットの運用(画像伝送、データ伝送、操縦コマンド等)に使用可能な周波数帯は複数存在するが、ドローンの普及等により、特に高画質や長距離の画像伝送用途等についてのニーズが高まっており、利便性向上のため、使用可能周波数の拡大、最大空中線電力の増力などに向けた検討が必要となっている。

ロボットによる電波利用に関する検討

(一社)電波産業会において、昨年11月から、「ロボット用電波利用システム調査研究会(委員長:羽田靖史 工学院大学准教授)」を設置し、ロボット等(無人航空機を含む。)に関する各種利用環境やニーズを把握し、必要な通信の確保に向けた技術的検討を実施。本年3月に中間とりまとめ。

<各種産業界の検討体制>

産業競争力懇談会

日本産業用無人航空機協会

ミニサーベイヤーコンソーシアム

その他関係団体

調査研究会 (ARIB)

各種提案を踏まえ、電波専門家による具体的な検討

- 各種分野における利用の現状と動向
- 各種分野における利用環境条件や利用ニーズ
- 電波利用システムに適した周波数帯や技術
- 電波利用システムの技術的条件及び周波数共有の可能性等

ニーズや要求条件等の提案

総務省

総務省研究開発

無人航空機 : 5GHz帯/Ku帯/Ka帯
※航空移動(R)業務関係

連携

実証試験/技術試験事務等

各種無線設備の技術的条件や周波数共有の見込みが整った段階で

情報通信審議会 情報通信技術分科会

1. 情報通信審議会への諮問

上記検討会での議論やロボット新戦略等を踏まえ、ロボットにおける電波利用の高度化に向けた環境整備を図るため、「ロボットにおける電波利用の高度化に関する技術的条件」に係る検討につき、本年3月、情報通信審議会に諮問。

2. 情報通信審議会における具体的検討課題

- ロボットの用途（災害用、産業用、レジャー用等）に応じた電波利用の要求条件
- ロボットにおける電波利用の高度化に関する技術的条件（ロボットにおいて使用される無線システムの使用周波数、空中線電力等）
- 既存無線システムとの周波数共用条件

※ARIBの「ロボット用電波利用システム調査検討会」と連携

3. スケジュール

- 平成27年度内を目途に所要の技術的条件等を取りまとめ（答申）
- 当該答申を踏まえ、速やかに所要の制度整備（無線設備規則の改正等）を実施

4. 検討体制

情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会（主任：安藤 真（東京工業大学理事・副学長（研究担当））

ロボットのタイプ別

○ 飛行するロボット

- マルチコプター等(いわゆるドローン)
 - ✓ より遠方(5~10km程度)までの通信を実現 【多数】
 - ✓ より高画質な画像伝送の実現 【多数】
- 農薬散布用ラジコンヘリコプター
 - ✓ テレコントロール用周波数の拡充 【ヤマハ発動機】
 - ✓ 画像伝送用周波数の拡充 【ヤマハ発動機】
- 長距離を飛行可能なロボットへの対応
 - ✓ 衛星通信の利用や管制システムの構築 【総合研究奨励会、JUIDA】
 - ✓ 広域的な通信網の活用・構築 【セコム、ジェネロテクノロジー、総合研究奨励会】

○ 屋外で地上使用されるロボット

- 無人重機、無人農機等
 - ✓ 画像伝送用周波数等の拡充 【COCN、コーワテック、ATR、北海道大学 野口教授】
 - ✓ メイン回線が途絶した際のバックアップ回線の確保 【COCN、北海道大学 野口教授】

○ 屋内で使用されるロボット

- 災害対応用ロボット等
 - ✓ 画像伝送用周波数等の拡充 【COCN、ATR】
 - ✓ メイン回線が途絶した際のバックアップ回線の確保 【COCN】

※(株)等は省略し、意見提出者の一部は次の略称で記載。
JUIDA=日本UAS産業振興協議会
COCN=産業競争力懇談会
ATR=国際電気通信基礎技術研究所

その他

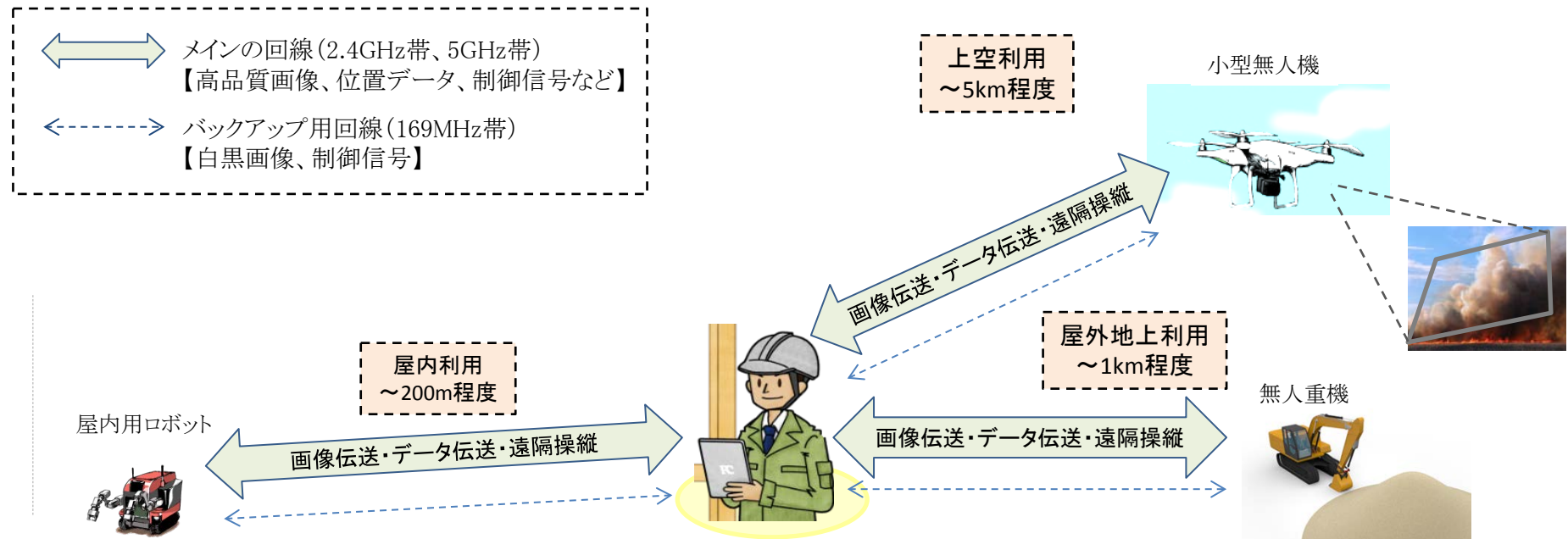
- 適切な電波利用の観点から、無線局免許を必要とするべき。【多数】
- 移動体通信用に国際的な標準化が進められている周波数帯域は避けるべき。【ビー・ビー・バックボーン、ソフトバンクモバイル】等

- ICAO(国際民間航空機関)等、国際標準化団体における議論と整合性をとる必要があるもの(管制システム等)については、本検討の対象外とする。(国際標準化動向等を踏まえつつ、必要に応じて、別途検討することが適当)
- 携帯電話の活用等、広域的な通信網を必要とする場合については、別途電気通信事業用回線等の活用の観点から検討することが適当。

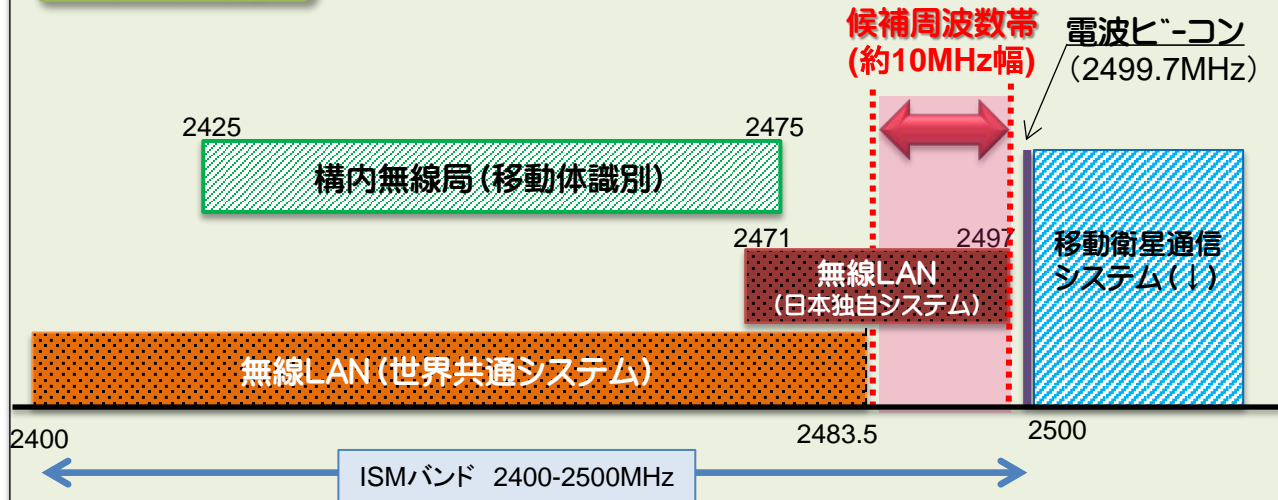
○ 今後の技術的な検討を行う上での要求条件は下表のとおり。

	メインの回線		バックアップ用回線
候補周波数帯	2.4GHz帯	5GHz帯	169MHz帯
伝送容量	3M~27Mbps	3M~54Mbps	100k~200kbps
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		

※この他、ラジコンヘリ用のテレコントロール用周波数の増波を検討



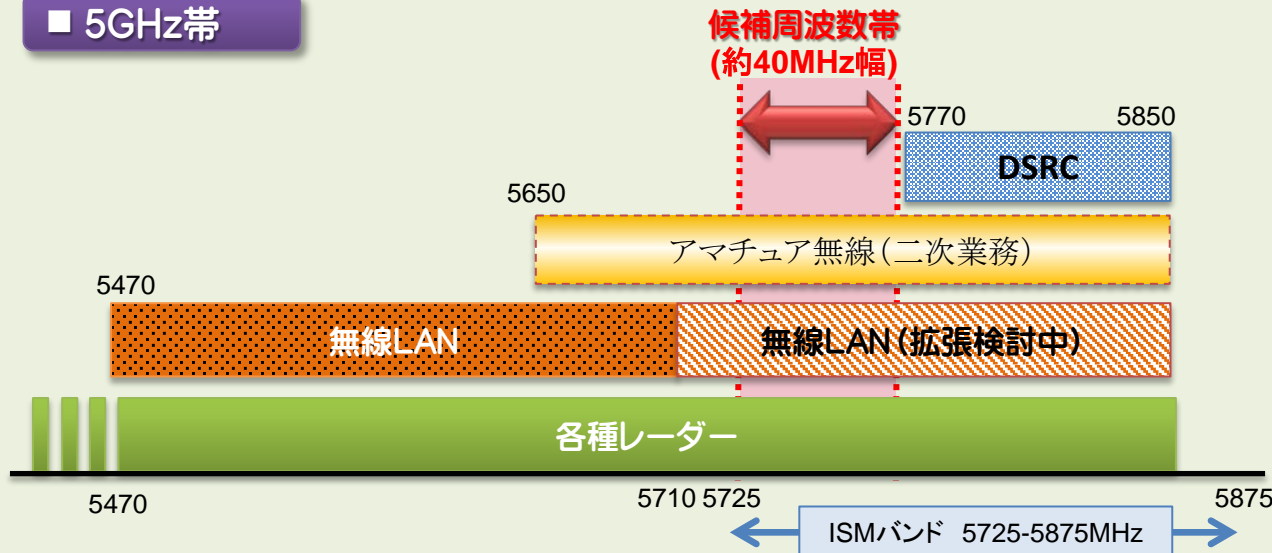
■ 2.4GHz帯



共用検討が必要な既存システム	
同一帯域	無線LAN (日本独自システム)
隣接帯域	無線LAN (世界共通システム)
	構内無線局(移動体識別)
	電波ビーコン(VICS)
	移動衛星(ワイドスター)

【MHz】

■ 5GHz帯



共用検討が必要な既存システム	
同一帯域	無線LAN(拡張帯域)
	各種レーダー
隣接帯域	無線LAN(既存帯域)
	DSRC(ETCシステム)

※アマチュア無線は二次業務のため、共用検討の対象外。

【MHz】

無人航空機を活用した無線中継システムと地上ネットワークとの連携及び共用技術の研究開発

(期間: H26~27年度 実施機関: (国研) 情報通信研究機構、(国研) 電子航法研究所、(国大) 東北大学、(株) KDDI 研究所、日本電気 (株))

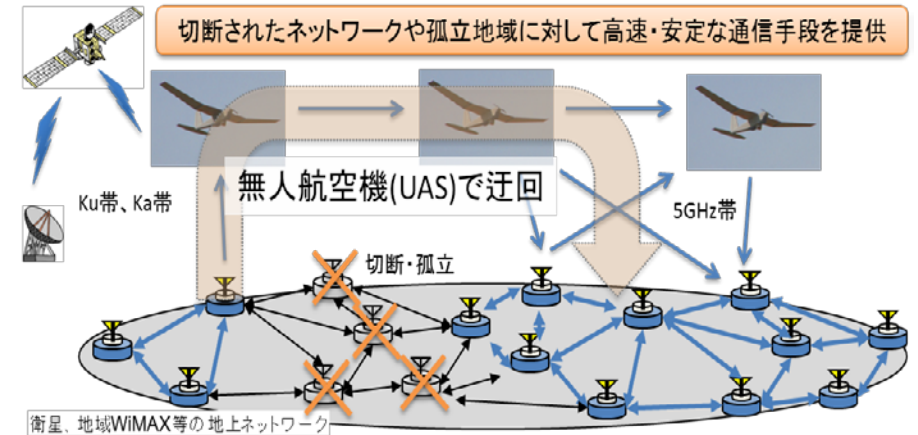
研究開発の概要

大規模災害等における孤立地域との迅速なネットワーク確立等を可能にするため、無人航空機 (UAS) を活用した無線中継システムを既存システムと周波数を共用しつつ展開できる技術を開発し、対象となる 5GHz 帯及び Ku/Ka 帯の共同利用の促進に資する。

【研究開発の内容】

- (ア) 5GHz 帯における伝搬モデルの確立と周波数共用技術
- (イ) Ku/Ka 帯における衛星通信の周波数共用技術
- (ウ) 複数 UAS と地上ネットワーク連携による高速かつ安定な中継技術
- (エ) UAS の利用環境に応じた高度周波数制御技術による干渉回避

※ 有識者、UAS 製造メーカー、研究機関等で構成する「無人航空機システムの利用技術に関する関係機関連絡会」(主査: 東京大学 鈴木真二教授) を開催し、UAS に関する情報共有、電波利用に関する課題等を検討



無人航空機の電波利用に関する国際標準機関の動向

- (1) 2012年世界無線通信会議 (WRC-12) において、無人航空機の国際標準航空システムに対し 5GHz 帯の周波数を分配、また、本年の WRC-15 に向けて、国際電気通信連合無線通信部門 (ITU-R) では、無人航空機の衛星通信を利用可能とする研究中。
- (2) 国際民間航空機関 (ICAO) では、WRC の決定を受けて無人航空機の電波利用を含め運用について検討中。

「無人航空機システムの利用技術に関する 関係機関連絡会」の開催



情報共有

無人航空機システムの利用技術に関する
関係機関連絡会
主査: 東京大学 鈴木教授
UASに関する情報共有を行い、利用する際の
周波数に関する課題等を取りまとめ。

有識者、UAS製造メーカー、利用者からなる機関で構成

「無人航空機を活用した無線中継システムと
地上ネットワークとの連携及び共用技術の研究開発」
(代表研究機関 情報通信研究機構)

制度化・実用化の取り組みに反映

総務省

NICT

運営委員会

UASの利用分野例

※平成26年度 無人航空機システムの利用技術に関する関係機関連絡会報告書から引用

- 無人航空機システム (UAS) への期待は、通信、防災、環境、農業、測量分野など多様。特に日本は中型、小型の無人航空機の利用へのニーズが高い。
- 国際機関であるICAOやITUの標準化により、2019年以降、有人機との同一空域での運航の実現が期待される。

無人航空機システムの各分野における利用例

防災分野

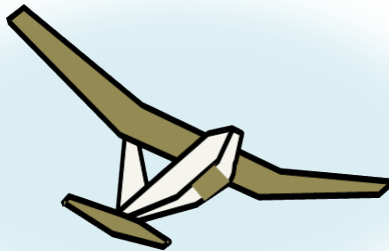
防災利用で導入された
無人航空機
(新潟県)



無人航空機による火災
現場での情報収集
(消防研究センター)



小型固定翼タイプのUASイメージ



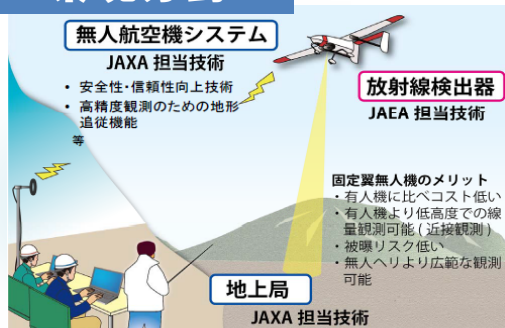
農業分野



農薬散布の無人ヘリコプター、農
作物等の輸送・配達 (JUAV)

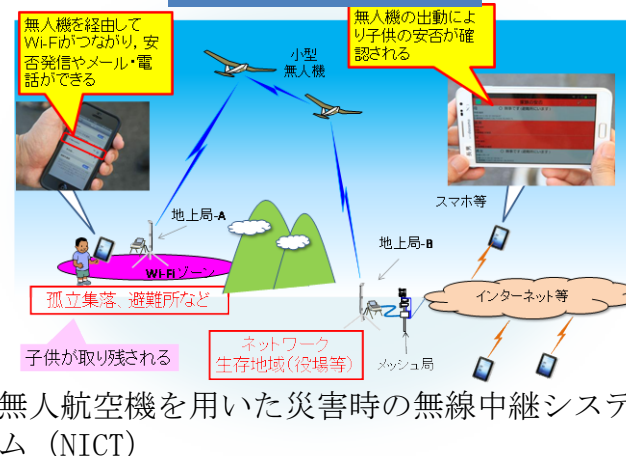


環境分野

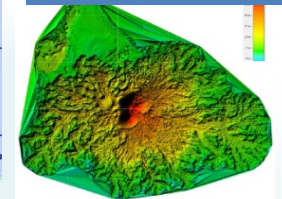
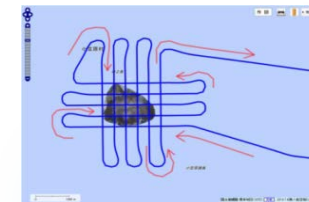


無人飛行機放射線モニタリングシステム (JAEA/JAXA)

通信分野



測量分野



無人機による西之島
撮影の運航経路、数
値標高モデル、機体
(国土地理院)

■ 国内におけるロボットの電波利用環境の整備

- **ロボットにおける電波利用システムの周波数の確保や無線設備の技術的条件の検討**
 - ・情報通信審議会において、必要な利用ニーズを踏まえ、周波数の確保や技術的条件を検討（本年度末に取りまとめ予定）
- **無線局の電波監理・運用調整などの制度整備**
 - ・上記の情報通信審議会の答申を踏まえ、電波監理制度の整備や必要に応じて運用調整の仕組みなどを検討
- **安全な運用を確保するための周知・徹底**
 - ・利用者への安全な運用の確保や電波法に適合する無線設備の使用などの周知・徹底
 - ・「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に係るガイドラインの策定（H27.9.11）

■ 国際標準化動向等への対応

- **ITU、ICAOにおける標準化動向や国内外の利用動向に関する情報収集**
 - ・国際会議への対応や国内の関係業界と連携して、利用ニーズや利用技術等の動向調査を実施
- **国際標準システムに向けた研究開発の推進**
 - ・無人航空機を活用した無線中継システムと地上ネットワークとの連携及び共用技術の研究開発等の成果を国際標準システムの実用化に向けて検討に反映



総務省

ご静聴ありがとうございました。