

ワイヤレスビジネスTFの検討状況



平成27年3月15日

第1回(平成28年1月29日)

- ワイヤレスビジネスTF運営方針、今後の進め方の確認等
- ワイヤレスビジネスに関する問題意識、タスクフォース議論の方向性等の意見交換

第2回(平成28年2月25日)

- ドローンの現状について、事務局から説明
- 構成員等からの発表
 - ・ 無人航空機(ドローン)について(坂本構成員)
 - ・ 小型無人機(ドローン)の安全運行に不可欠なワイヤレス技術
(情報通信研究機構ディペンダブルワイヤレス研究室 三浦室長)

第3回(平成28年3月14日)

- センサーネットワークの現状、電波監視の現状と課題について、事務局から説明
- 構成員等からの発表
 - ・ センサネットワークの発展ビジョン(大橋構成員)
 - ・ ネットワーク化されたアンテナユニットによる安心安全社会の実現(川西構成員)
 - ・ 電波監視 今後の展開と提言(三菱総合研究所 万袋主席研究員)

役割

我が国のワイヤレスビジネスを国際競争力のあるビジネスに育てるため、有望な分野について実用化、普及、海外展開等の方策を検討し、サービスワーキンググループに報告する。

検討課題

- (1) 有望なワイヤレスビジネス分野の現状と課題の整理
- (2) ワイヤレスビジネスを活用した将来の社会像の検討
- (3) ワイヤレスビジネスの戦略的な実用化、普及、海外展開方策の検討

想定スケジュール

平成28年1月29日に第1回会合を開催し、本年5月頃までに取りまとめ

構成員

主査	國領 二郎	慶應義塾大学総合政策学部教授	柿元 生也	三菱電機株式会社通信機製作所インフラ情報システム部 気象・航空統括プロジェクトグループ主席技師長
	安藤 康浩	株式会社東芝社会インフラシステム社 海外事業推進室地域統括部担当部長	勝屋 久	アーティスト／プロフェッショナル・コネクター
	飯塚 留美	マルチメディア振興センター 電波利用調査部 研究主幹	川西 哲也	早稲田大学理工学術院基幹理工学部 教授
	井上 修一	日本無線株式会社ソリューション事業部 海外事業推進部 部長	坂本 守	株式会社日立製作所情報・通信システム社 社会システム事業部テレコムソリューション本部本部主管
	大橋 正良	福岡大学工学部電子情報工学科 教授	鈴木 真二	東京大学大学院工学系研究科 教授
	小瀬木 滋	電子航法研究所 監視通信領域長	竹内 博史	国際協力機構 社会基盤・平和構築部 課長
			土井 美和子	情報通信研究機構 監事

(敬称略 主査を除き50音順)

検討の方向性

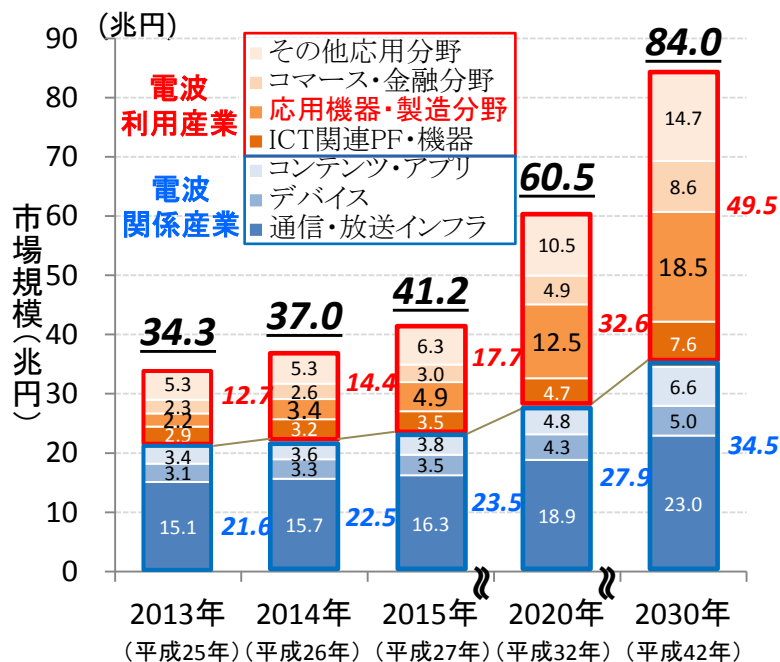
ワイヤレスビジネスの成長・海外展開を戦略的に推進するための方策

【論点】電波利用産業の市場規模は、2013年度の12.7兆円から、2020年度には32.7兆円、2030年度には49.5兆円へ拡大見込み(電波政策ビジョン懇談会、平成26年12月最終報告書)。ICT成長戦略で掲げた「新たな付加価値産業の創出」を加速させるため、我が国が強みを有する安心・安全分野の無線システムを国際競争力のある 将来の基幹産業として育てることが重要と考えられるところ、例えば、以下について どのように考えるか。

- ・ 具体的に注力すべきワイヤレスサービス
- ・ 実用化、普及、海外展開のために必要な方策 等

電波関連産業の市場規模予測

(出典: 電波政策ビジョン懇談会最終報告書(H26.12))



成長が期待される安心・安全なワイヤレスビジネスの例

無人航空機 (ドローン)

ワイヤ電力伝送

レーダー

ITS

電波の適正利用 (電波監視等)

センサーネットワーク

分野	現状
<p>小型無人航空機 (ドローン)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 改正航空法により、無人航空機を飛行させる空域及び飛行の方法等について基本的なルールが制定 ➤ 早ければ3年以内にドローンを使った荷物配送の実現を目指し、本年の夏までに制度整備の対応方針を策定 ➤ 米国NASA、FAAがドローンの運用管理システムを検討開始
<p>センサー ネットワーク</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 高い分解能を持つミリ波技術の登場により、既存ネットワークを活用した微小物体検出等のリモートセンシングに活用範囲が拡大 ➤ 鉄道・道路など幅広い社会インフラでの活用に関心
<p>電波監視 システム</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 無線局が適正に運用されないことや、不法無線局を運用すること等を防止し、電波利用環境を保護するために、電波監視を実施 ➤ 日本の電波監視システムは世界的に高く評価
<p>ワイヤレス 電力伝送</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 電気自動車への給電に利用することにより、より迅速かつ容易な充電が可能。 ➤ 世界各国でワイヤレス電力伝送技術を搭載した様々な製品が登場しており、今後一層の展開・普及が見込まれる
<p>レーダー</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 気象レーダー分野では、高性能な固体素子レーダーに対し、途上国を中心に安かろう悪かろうの旧式レーダーがなお運用中 ➤ 現行の船舶用レーダーは日本メーカーが世界で6～7割のシェア
<p>航空 ビジネス</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 我が国は、半世紀ぶりにMRJにより市場参入を開始。一方、装備品分野の参入実績は限定的 ➤ 平成27年12月、関係省庁による「航空産業ビジョン」を策定、航空産業の発展に向けて取り組むための指針を公表

【①小型無人機(ドローン)について】

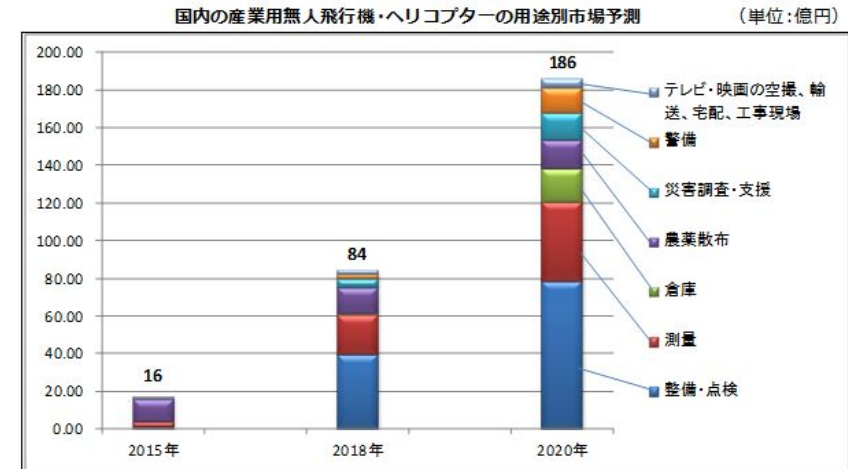
形状	主な機能・用途	主な電波利用
回転翼機(マルチロータ) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 画像取得 <ul style="list-style-type: none"> • 計測・測量 • 監視・警備 • 放送コンテンツ • 農業 • 防災 等 ■ 輸送・投下 <ul style="list-style-type: none"> • 物流・医療物資 等 • 農薬散布 等 ■ データ計測 <ul style="list-style-type: none"> • 放射線、大気物質 等 	<国内> <ul style="list-style-type: none"> • 73MHz • 920MHz • 1.2GHz • 2.4GHz 等 <海外> <ul style="list-style-type: none"> ■ 米国 <ul style="list-style-type: none"> • 900MHz • 2.4GHz • 5.8GHz 等 ■ 英国 <ul style="list-style-type: none"> • 35MHz • 2.4GHz • 5.8GHz 等 ■ 仏国 <ul style="list-style-type: none"> • 433MHz • 868MHz • 2.4GHz 等 ■ 豪国 <ul style="list-style-type: none"> • 900MHz • 2.4GHz • 5.8GHz 等
回転翼機(シングルロータ) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 画像取得 <ul style="list-style-type: none"> • 計測・測量 • 監視・警備 • 農業 • 防災 等 ■ 通信 <ul style="list-style-type: none"> • 中継伝送 等 	<国内> <ul style="list-style-type: none"> • 73MHz • 920MHz • 1.2GHz • 2.4GHz 等 <海外> <ul style="list-style-type: none"> ■ 米国 <ul style="list-style-type: none"> • 900MHz • 2.4GHz • 5.8GHz 等 ■ 英国 <ul style="list-style-type: none"> • 35MHz • 2.4GHz • 5.8GHz 等 ■ 仏国 <ul style="list-style-type: none"> • 433MHz • 868MHz • 2.4GHz 等 ■ 豪国 <ul style="list-style-type: none"> • 900MHz • 2.4GHz • 5.8GHz 等
固定翼機※ 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 画像取得 <ul style="list-style-type: none"> • 計測・測量 • 監視・警備 • 農業 • 防災 等 ■ 通信 <ul style="list-style-type: none"> • 中継伝送 等 	<国内> <ul style="list-style-type: none"> • 73MHz • 920MHz • 1.2GHz • 2.4GHz 等 <海外> <ul style="list-style-type: none"> ■ 米国 <ul style="list-style-type: none"> • 900MHz • 2.4GHz • 5.8GHz 等 ■ 英国 <ul style="list-style-type: none"> • 35MHz • 2.4GHz • 5.8GHz 等 ■ 仏国 <ul style="list-style-type: none"> • 433MHz • 868MHz • 2.4GHz 等 ■ 豪国 <ul style="list-style-type: none"> • 900MHz • 2.4GHz • 5.8GHz 等

※概ね機体重量25kg未満の小型機

我が国の市場動向

- ー 産業用無人機の市場規模としては2015年の16億円から、2020年には186億円、2022年には406億円に急増する見込み。
- ー 用途としては、2015年には農薬散布用途が約70%を占めるが、以降、整備・点検、測量等の市場が大きく拡大する見込み。

<我が国の無人航空機市場予測>



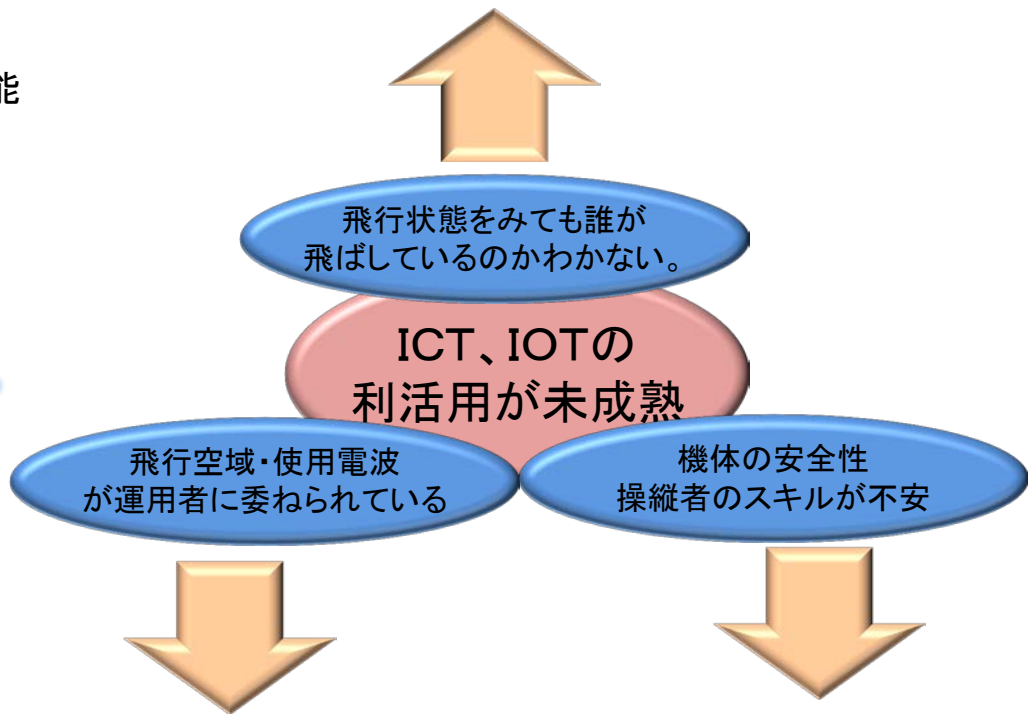
2020年東京オリンピック・パラリンピック時の理想形

- ・市街地を想定した空域管理と電波管理が可能
- ・バードビューによるダイナミックな映像を視聴者に提供可能
- ・収集した映像・データを利用して、人流・交通をコントロール可能
- ・テロ・犯罪の未然防止可能。発生した場合に俯瞰的な判断が可能
- ・医療機器・薬等の緊急搬送可能



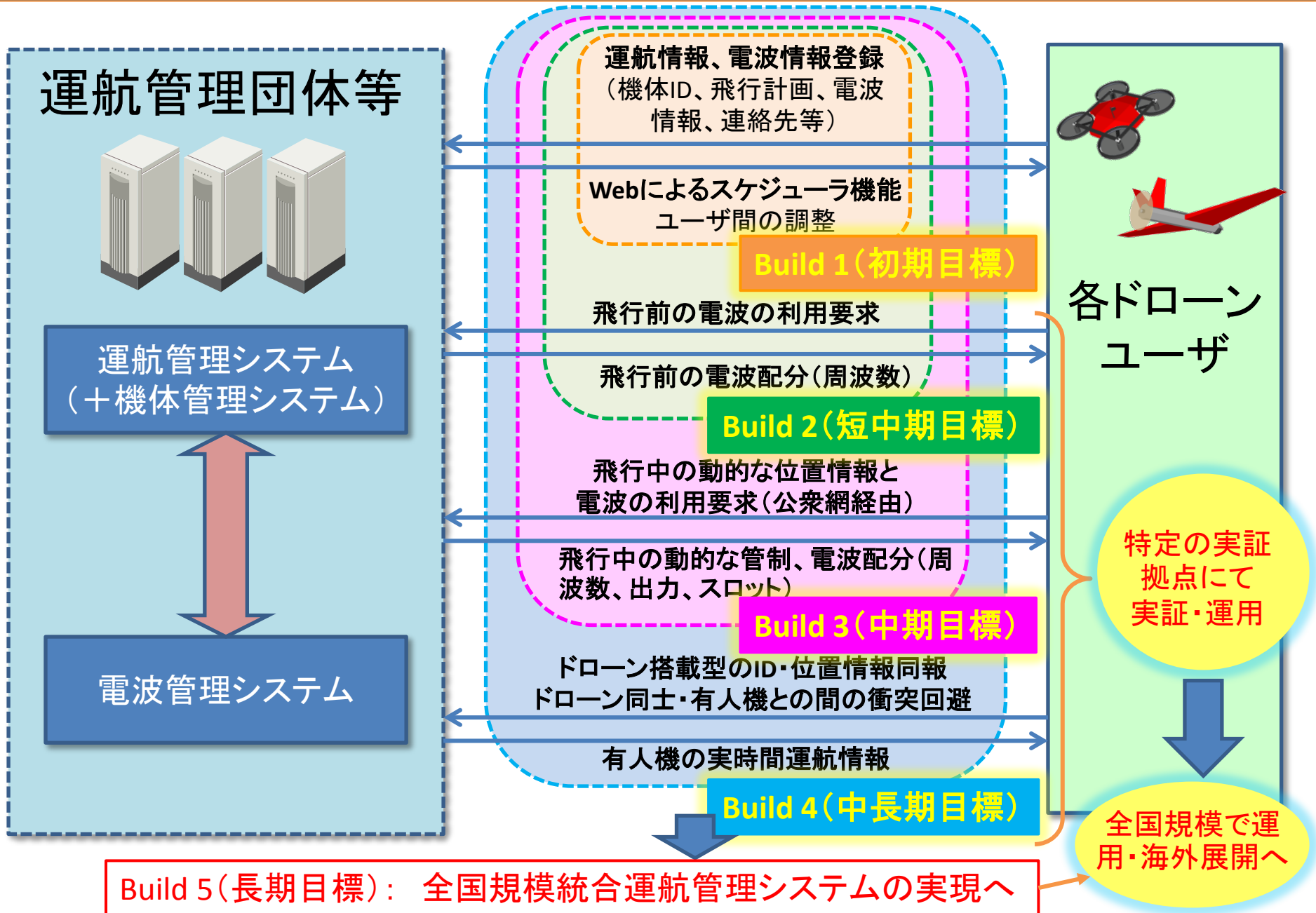
現状の課題と対策

ドローン安全運行管理システム整備



- ・空域管理と電波管理
- ・電波利用効率の拡大
- ・電波帯域拡大と通信方式
- ・アンテナ等のインフラ整備費
- ・通信方式毎のサイバーセキュリティ対策検証
- ・IOT(ドローン含む)での5G利用方法検討と専用周波数確保の検討
- ・機体安全性基準
- ・操縦免許基準整備

日本における段階的な展開例（電波管理を含む）



1 安全運行管理システムについて

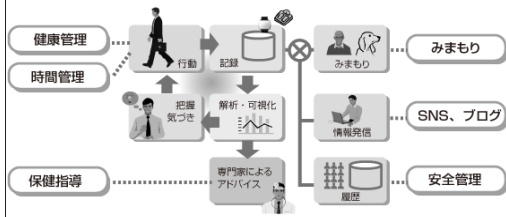
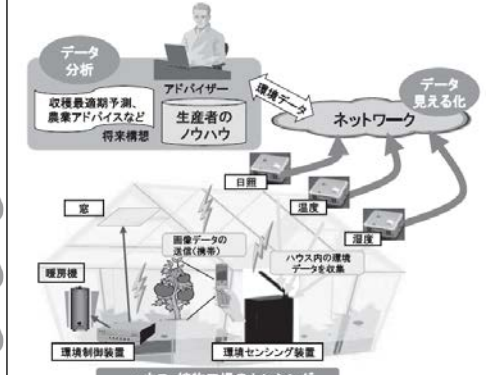
- 現状の航空システムをそのままドローンに適用するのは無理があるため、ドローン専用のシステムが必要ではないか
- 電波の管理、飛行区域の管理のために、まずは、いつどこで飛ばすかという運航情報を事前にウェブサイトで共有するところから始めるべき。段階的にフェーズを上げ、リアルタイムでの管理に近づける手法が考えられるのではないか
- ドローンが注目されているのは、コストを掛けずに空を飛べ、いろいろな情報を得ることができる点。安全性とそれに掛かるコストと、それから得られる利便性、便益を全体的に勘案することが重要ではないか

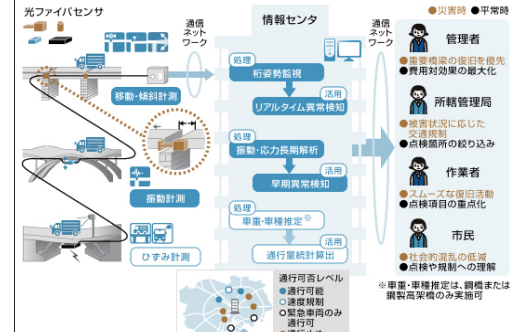
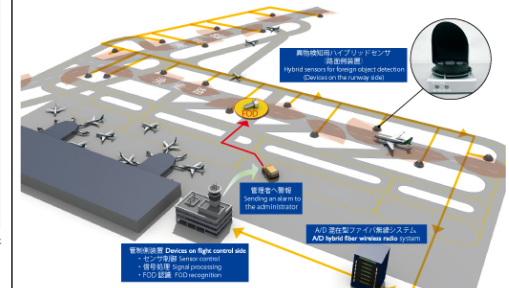
2 海外展開について

- 周波数については、ガラパゴスにならないよう国際的な調和が必要ではないか
- 一方、コンセプトや基本技術は周波数に依存しないことから、国際展開を見据え、日本での導入の実績も必要ではないか
- 技術基準にあったドローンを迅速に市場投入できるようにすることが必要ではないか
- 海外のニーズにあわせて展開することが重要ではないか

【②センサーネットワークについて:総論】

<現在提供されているアプリケーション>

医療・ヘルスケア	農業
<p>日立製作所「ライフ顕微鏡」の事例</p> <ul style="list-style-type: none"> • ユーザーが測定したデータに基づいて日々の生活を客観的に振り返り、それまで見過ごしていた自己の生活習慣を見直し、生活の改善に役立てるツール。 • 加速度センサーと脈波センサー、温度センサーなどを組み込んだ腕時計型の無線端末(センサネットワーク端末)を用いて、人の活動にともなう動きや脈拍、体温の変化を24時間365日連続して収集・解析。 • 把握した生活のリズムをコンピュータ画面の「ライフバスター」と呼ぶグラフに表示し、視覚的・直観的に理解しやすい形で提示。  <p>(出所: 日立製作所Webサイト)</p>	<p>NEC 農業ICT取組み事例</p> <ul style="list-style-type: none"> • 圃場の温度や湿度、日照、土壌水分などの各種栽培環境をセンシングできるセンサを設置 • インターネットやモバイル網などのネットワークを活用することにより、遠隔で圃場のデータを収集・蓄積  <p>(出所: NEC「農業ICTにおけるM2Mサービスプラットフォーム活用」)</p>

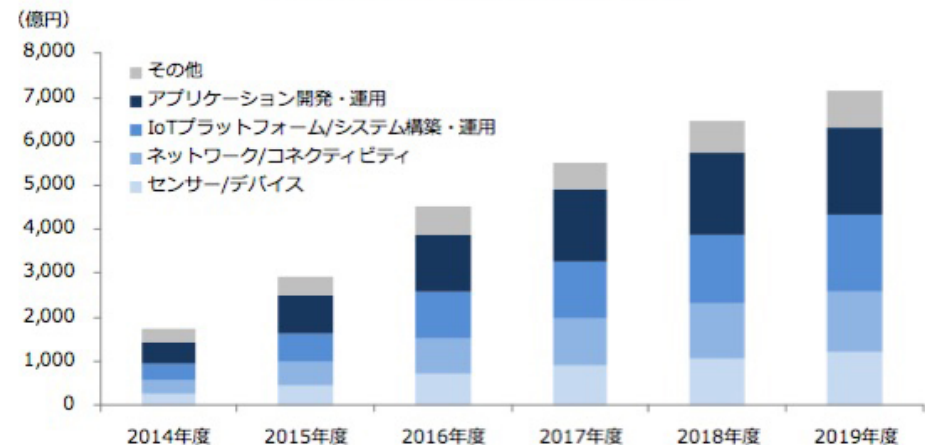
インフラ	監視・セキュリティ
<p>NTTデータ「BRIMOS」の事例</p> <ul style="list-style-type: none"> • 橋梁に設置した各種センサを用いて、リアルタイムかつ継続的に橋の状態を監視する橋梁モニタリングシステム • 災害時のリアルタイム異常検知や、平常時の早期異常把握、また車両通行状況の解析による点検・補修の優先度検討などを支援  <p>(出所: NTTデータWebサイト)</p>	<p>ENRI「空港面異物監視システム」の研究事例</p> <ul style="list-style-type: none"> • 複数のミリ波センサーから構成されるセンサーネットワークと高感度ITV(Industrial Television)カメラネットワークを用いたハイブリッドなセンサーネットワークを構築。 • 異物検出だけでなく、センサー情報を元に、異物の特徴抽出や、滑走路の状態を判定し、警報を生成するシステムの開発を実施。 <p>※ 総務省の委託研究成果の一部を活用</p>  <p>(出所: 電子航法研究所Webサイト)</p>

<市場規模(国内)>

MM総研の報告によれば、国内のIoT市場規模は、以下の通り。

- 2014年度の1,733億円から、2019年度には7,159億円に達する見通し。
- 分野別割合は、「アプリケーション開発・運用(28%)」が最も多く、「IoTプラットフォーム/システム構築・運用(24%)」「ネットワーク/コネクティビティ(19%)」「センサー/デバイス(17%)」と続く。

国内IoT市場規模(14年度-19年度)



(出所: MM総研 (<http://news.mynavi.jp/news/2016/01/23/133/>))

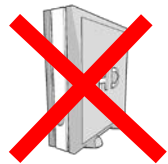
予想のポイント: 例えばモデムの速度が速くなっていったとき、二度と遅いモデムが使えなくなっていったように、差分は小さくても、(面倒がなくなり)後に戻れないメリットのあるフィーチャを主としてピックアップ

• ワイヤレス通信のホットスポットはインドアに



- オフィスや家の中でのほぼコードレス化を実現できる通信が活況。
- センサやロボットアクチュエータもまずは構内でのワイヤレス利用
- 4Kが爆発的に普及、コンテンツはネットによる配信が一層の拡大
- 広帯域なワイヤレスがインドアに溢れることが予想される。

• ストレージレス環境



- コンテンツは(面倒なので)もう手元に持たなくなる。All contents on Cloud.
- 普通の人にはスマホ、タブレットを持ち、もはやPCを持たない・使わない。PCを持つのは専門家、ビジネスマン。
- すべてワイヤレスで手元で参照、あるいは大型ディスプレイでも視聴可能に。

• オンデマンド/ストリーミングコンテンツが主流



ネットを介した動画視聴、コンテンツ(本など)がさらに一般化、あるいはデフォルトになり、ワイヤレスの下り帯域の主要消費者に。

• WPT(無線電力伝送):

典型例としてEVへの電力供給が。その他今後増加が予想される低消費電力のワイヤレスセンサやアクチュエータに対してWPTによる電力供給が期待



• 超臨場感通信:

遠隔の高齢者との対話や、リモートでの現場作業をサポートするなどのシーンでテレプレゼンスあるいは超臨場感通信が利用される



• M2H(Machine to Human)/H2H(Human to Human)通信の飽和:

視覚や聴覚などの五感(上記超臨場感通信を含めて)に必要な伝送帯域が満たされるように。以降はM2M/IoTの人を介さない通信が次第に通信の主要帯域を占める



• クラウド/AIとの密結合:

エッジに張り出したクラウド/AI環境からワイヤレスを介して、必要な環境(人、センサ、アクチュエータ)にアクセスすることで、これまでにない、リアルタイムな情報提供、注意喚起、機器制御などを実現



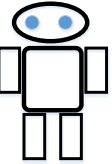
• ヘルスケア:

ウェアラブルヘルスケアを用いたビジネスが活況。ウェアラブル装着者と長寿化の相関が現れ、保険料率の低減も。



• ロボット:

人が脅威を感じにくい部分から開始。夜間掃除ロボット、介護ロボットなど。人間の仕事を脅かすとは見えないが、少しずつ普及してゆくイメージ。一方人々はほどなくロボットの業態を当然視するように。



• ドローン:

新たな輸送インフラ。しばらくは、特殊目的での離島/山間部等への物資搬送に利用。物資流通を支えるインフラになるにはもう少し時間を有する。エネルギー消費と利便性とのトレードオフ見極めが必要。



• ITS:

レーダを始めとして車自身のICT武装が目覚ましく発展し、交通事故の減少、乗員の安全確保が進む。社会インフラ整備には時間がかかるため、インフラも含めたITSは、もう少し後になる。いずれにせよ、ITSはリアルタイムワイヤレスの熾烈なチャレンジの場となる。



• 見守りデバイス:

レーダ技術の普及に伴い、安心、安全のための見守りデバイス、サービスが発展する。

例1: 車載用であった衝突防止やアラームシステムが、自転車や歩行者にまで適用。パッシブデバイスでも良いかも知れない。

例2: プライバシーを考慮した家における高齢者の動態監視など

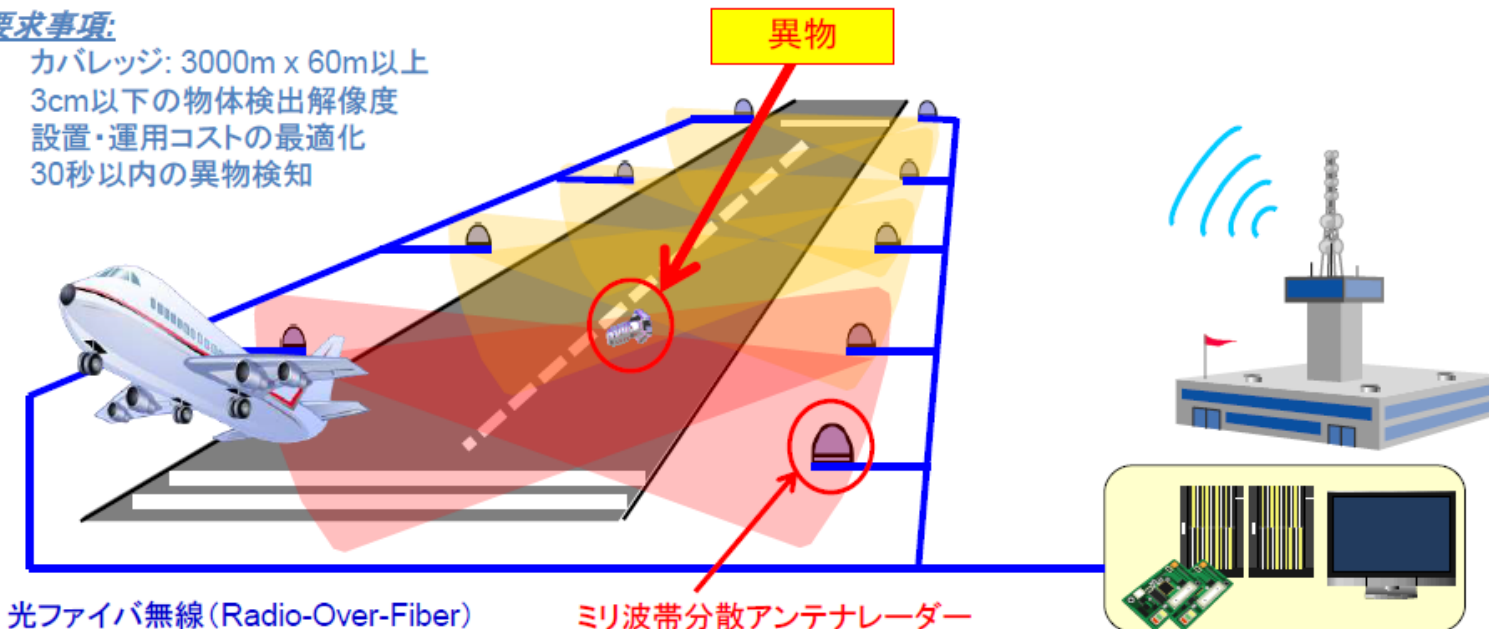
【②センサーネットワークについて:個別事例】
90GHz帯リニアセルレーダーによる異物検知システム

□ 社会インフラである、空港の滑走路の安全性は重要

- ✓ 滑走路の場合、イレギュラー運航(オイルリーク、フラットタイヤ、バードストライク、異物落下等)は、滑走路閉鎖による滑走路利用時間の低下で遅延が発生
- ✓ 現状では、約1日平均1回以上発生、1回あたり5分以上の閉鎖、それに伴う遅延は15~30分程度発生
- ✓ 滑走路閉鎖時間を最小化するため、滑走路異物検知装置の整備を検討(平成26年3月航空局公表資料から)

要求事項:

- カバレッジ: 3000m x 60m以上
- 3cm以下の物体検出解像度
- 設置・運用コストの最適化
- 30秒以内の異物検知



多数のリモートヘッドによる90GHz帯FM-CWレーダー
 => 低出力・低コストな半導体増幅器の開発・利用
 FM信号の光ファイバ無線技術による直接伝送
 => 高精度なRF信号源・信号処理を中央局に集中化
 滑走路・線路向け統合システムの開発

HITACHI
Inspire the Next



- 次世代航空交通管理システムの市場規模 約1,100億円
 ※ 導入が想定される国際空港などの主要空港(約100空港) × 空港当たりの概算導入額(約11億円)による試算
- 異物が航空産業に与える効果 (FAAの調査レポートから引用)
 - ・直接コスト(機材の故障、修理等) 約1,200億円
 - ・間接コスト(遅延、機材変更、燃料、保守等) 約1兆2000億円

□ 異物検知システムは、日本以外でもイスラエルや英国が実用化しているが、競合システムと比較してもリニアセルは性能的に優位



日本：リニアセル



性能仕様	
周波数	90GHz帯
分解能	3cm 優位
検知距離	500m
検知時間	10秒 優位
その他	・既設ファイバを利用し設置コストを軽減可能 ・複数アンテナをリニアに設置するため 覆域を自由に設定可能



イスラエル：FODetect (XsightSystem社)



性能仕様	
周波数	77GHz帯
分解能	不明
検知距離	50m
検知時間	90秒



英国：Tarsier (QinetiQ社)



性能仕様	
周波数	94GHz帯
分解能	30cm
検知距離	1500m
検知時間	68秒

1 総論

- ハードウェアのオープン化等、アイデアを実現するハードルが下がってきていることを踏まえ、新たなサービスが生まれる裾野がますます広がっていることを考慮することが重要ではないか
- 制度整備に関し、例えば免許不要局／免許局の区分、専用の周波数帯域を設けるか否か等について、利用ニーズを集約した上で検討することが必要ではないか
- 海外展開にあたっては、周波数の確保を含めた国際標準化に向けた戦略的な取組が重要ではないか

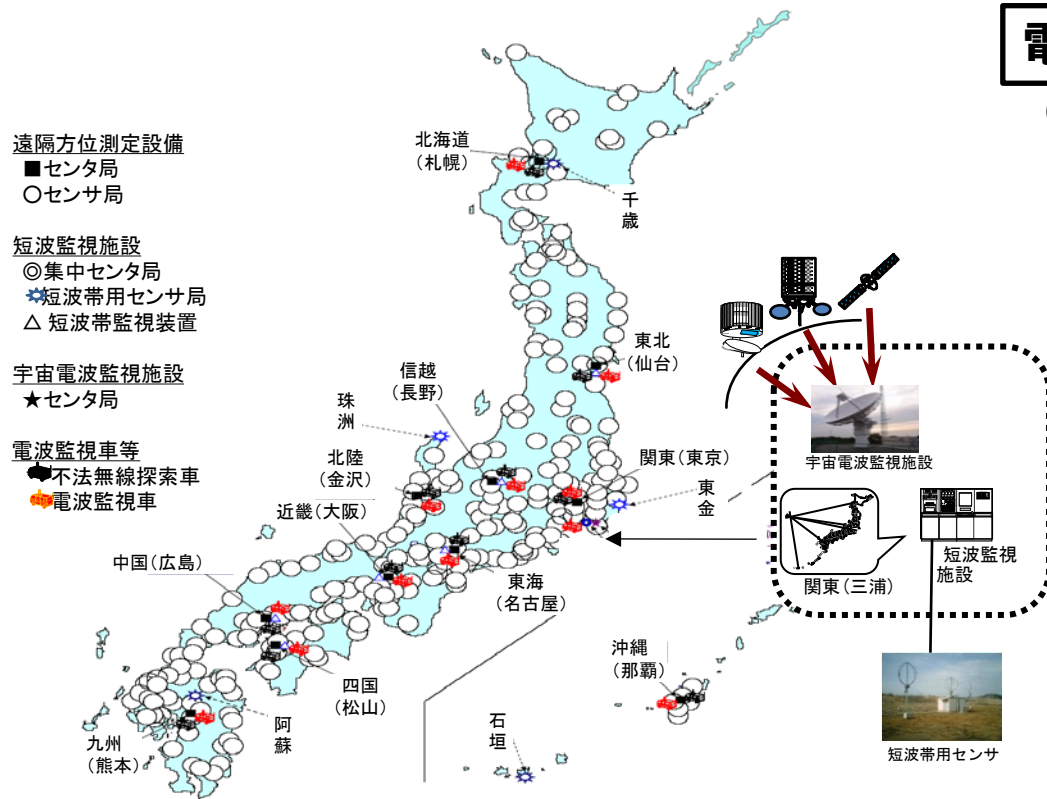
2 各論(リニアセルレーダー)

- 技術的な課題として、空港面で鳥を検知するための分解性能実現のためのイメージング能力向上、計測距離の延伸、移動する物体の捕捉、3次元映像など立体的な解析等があるのではないか
- 通信用の光ファイバーと共用する場合等、従来にない形態の無線局の取り扱いについて、制度上の検討が必要ではないか
- 今後展開すべき利用分野として、
 - ✓ 既存の光ファイバーネットワークを活用する観点から、空港や鉄道のほか、道路や河川等の公共インフラが考えられるのではないか
 - ✓ 計測距離が延伸できれば、不法ドローンの検知等へも応用可能ではないか(オリンピック競技場等の警備など)
- 海外展開にあたっては、未利用周波数帯でかつ最先端技術を利用しているため、受入国の人材育成とメンテナンスでのフォロー等が必要ではないか

【③電波の適正利用について】

我が国の電波監視の現状

免許を受けた無線局が適正に運用されないことや、免許を受けていない不法無線局を運用すること等を防止し、電波利用環境を保護するために、電波監視を実施。これにより、消防無線、航空・海上無線、携帯電話などの重要無線通信に対する混信・妨害等の迅速な排除が図られ、電波利用環境が良好に維持されている



電波監視設備

① 遠隔方位測定設備(DEURAS-D)及び不法無線局探索車(DEURAS-M)

全国の主要都市周辺の鉄塔やビルの屋上等に設置している幾つものセンサ局を、各地にある各総合通信局に設置しているセンタ局と高速デジタル専用回線等で結んで構成。自動監視も可能。無線通信に混信やその他の妨害を与える不法無線局の監視を実施。

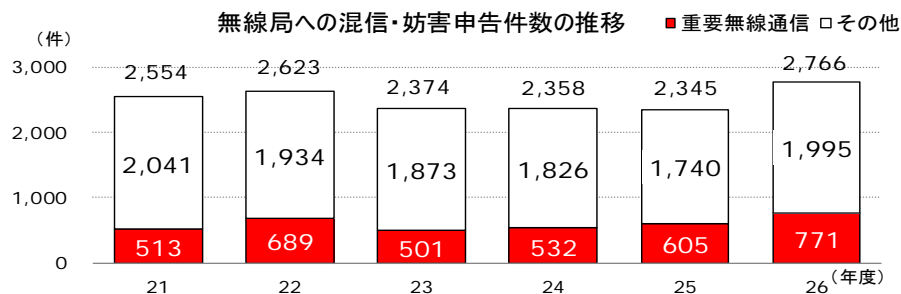


② 短波監視施設(DEURAS-H)

船舶の航行の援助等に使用される中波帯から国際放送や国際通信等に使用される短波帯電波を監視。

③ 宇宙電波監視施設

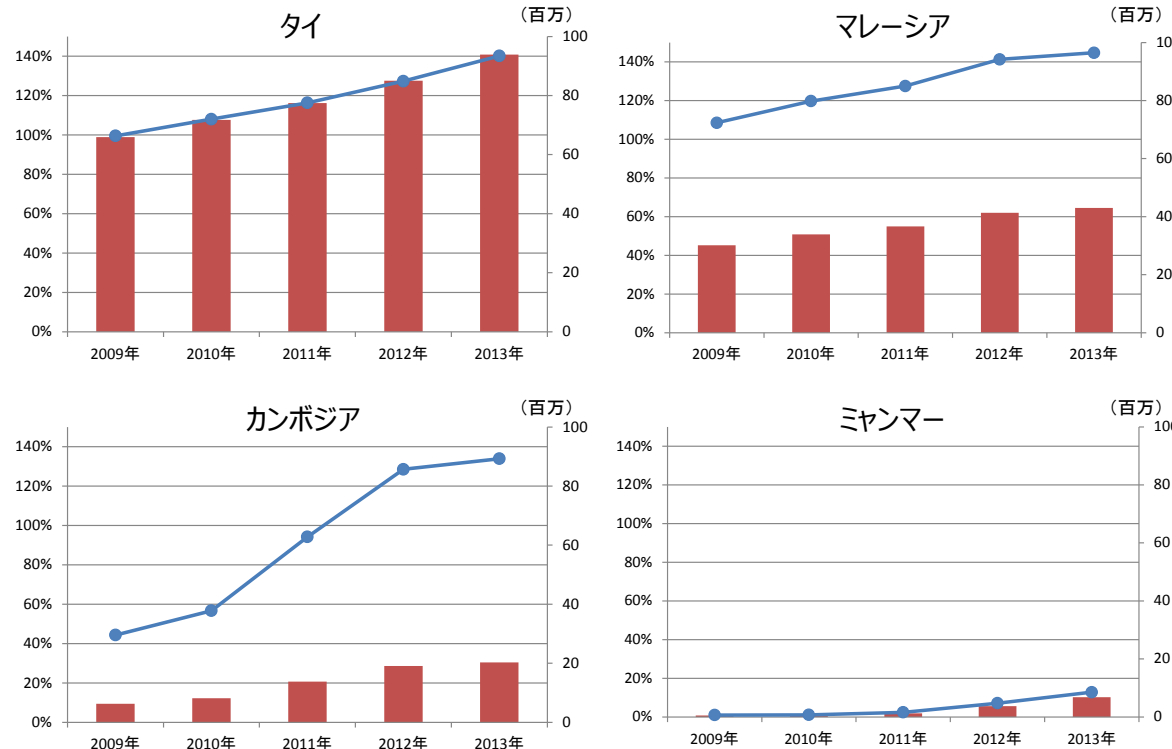
人工衛星からの電波を測定し、その電波の周波数、占有周波数帯幅及び衛星軌道位置の確認や、混信の原因調査等を行う施設。静止衛星及び非静止衛星に対応。



● 東南アジア等の開発途上国においても携帯電話等の電波利用が急増しており、周波数を適正かつ効率的に利用するための電波監視、特に不法電波を排除し良好な電波利用環境を確保するための電波監視の重要性が高まっている。

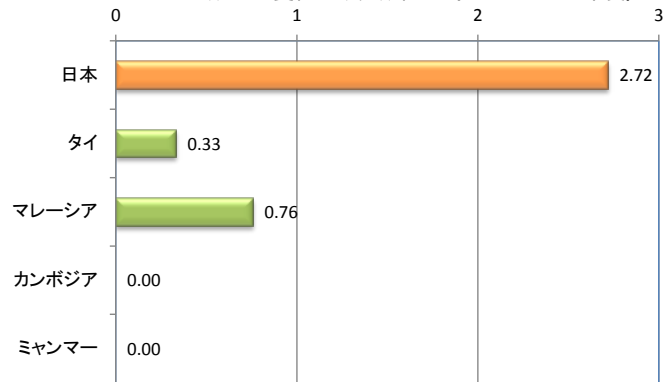
■ 開発途上国における携帯電話の普及率(左軸)及び加入者数(右軸)

出所：ITU World Telecommunication/ICT Indicators database, 2014



■ 電波監視設備の面的な整備状況比較

出所：三菱総合研究所調べ (2012、2013年度)



<人口100万人あたりのVHF/UHF帯センサ数>

ー 電波監視設備の面的な整備状況は、日本と開発途上国との差は大きく、面的な電波監視能力には開きがあるとともに、電波監視設備自体が有する機能においても、日本との比較において劣位となっており、整備面及び機能面の双方において、今後の増強を図る必要がある。

● 一方で、無線通信インフラの普及・進展に比べ、電波監視のための体制・施設等の整備が遅れている国が多い。

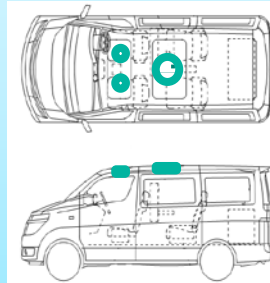


■ 我が国の知見・ノウハウ及び技術力に基づく電波監視手法・システム等を開発途上国に展開することで、対象国における電波監視の充実化等に寄与できる。

◆ 国際展開における我が国の強み(例)

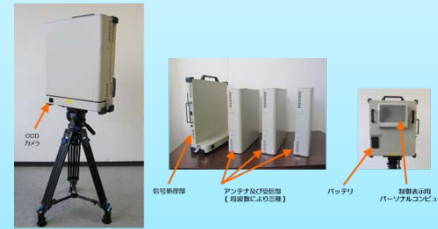
➤ 秘匿性の高い電波監視車両

DF (Direction Finding) アンテナを車両ルーフに埋め込む薄さのものが製品化されているのは日本のみ



➤ 電波発射源可視化装置

日本独自のアイデアに基づく装置であり、諸外国からの関心が高い

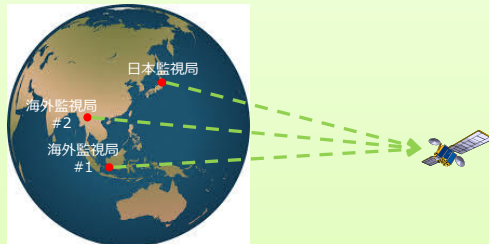


ピンポイントで電波発射源を特定できる

◆ 今後の展開戦略(例)

➤ 宇宙電波監視システムの導入

干渉の影響が国家をまたぐことから、国際的な監視体制の構築が有用



➤ 短波帯監視の共同運用

特には東南アジア方向の監視強化が必要

➤ 新たな技術アイデアの展開

✓ リアルタイムモニタセンサ局

近年普及が著しい高周波数帯(3GHz以上)、低出力の無線局に対し、電波発射中に確実に受信できるよう、小型固定センサをより密度高く配置し、DEURAS-Dセンサと連携

✓ 無人航空機(ドローン)を活用した上空からの電波監視

上空から電波監視を行うことにより、多くの場合で見通し内での電波の受信が可能

1. 国際展開について

(1) 我が国のアイデア・強みを活かした国際展開

- 国際展開における競争力向上には、他国にはない我が国独自のアイデアや強みを効果的に活かしていくことが有効ではないか
- 国際展開の足掛かりとして、諸外国の関心の高い我が国独自のアイデア、装置に基づく強みを十分に活かしていくことが効果的ではないか
- 特に、共同運用のアイデア等は我が国自身の監視能力の強化にも直結するのではないか

(2) 多様なニーズへの対応

- 電波監視設備を導入・拡大しようとする対象国ごとに多様なニーズや優先順位を適確に把握しこれに応える提案を行っていくことが重要ではないか
- そのため、二国間会合等を通じた人的な交流や情報交換が重要ではないか
- また、多様なニーズに対応していくことにより、日本の技術力の向上にも繋がるのではないか

(3) 開発途上国に対する総合的支援

- 多くの開発途上国では、電波法や免許発行等の行政上の整備が不十分な状態で携帯電話や粗悪な無線機器が普及することで、航空機等の重要無線への干渉や通信サービスへの干渉等の国民生活に影響を与える問題が発生しているのではないか
- 我が国として、単に設備だけではなく、電波監視設備・業務の運用に関するノウハウを含めた形で諸外国に展開することで、国際貢献に寄与できるのではないか。
- そのためには、官民一体となって展開していくことが重要でないか

2. 国内の電波利用拡大等に伴う電波監視の対応

(1) 電波利用の拡大に伴う電波監視の対応

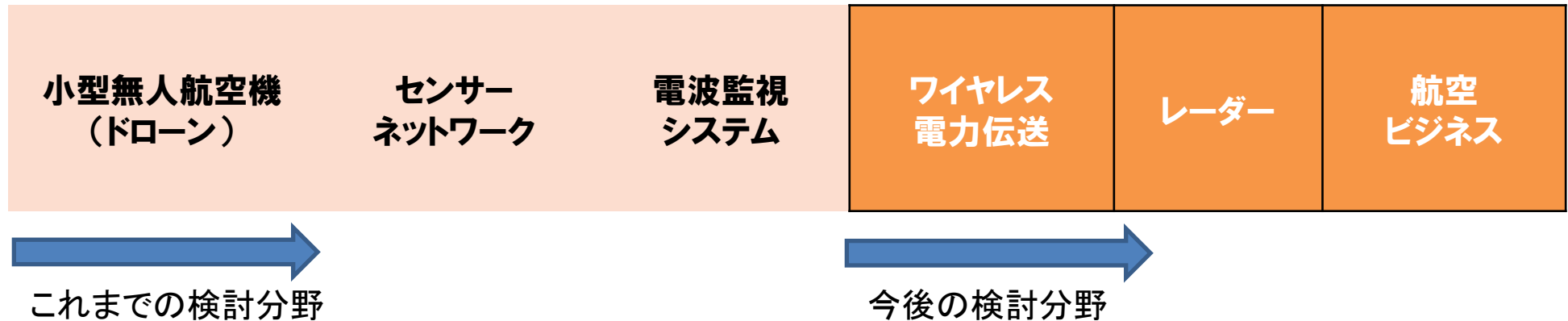
- 携帯電話・スマートフォン等の移動通信システムの高速度・大容量化に伴い、より高い周波数が利用されるため、対応する電波監視体制の整備が必要ではないか
- 全国の主要都市の鉄塔やビルの屋上等に設定している遠隔方位測定設備センサについて、3.6GHzまで対応のセンサに順次更改しているが、高周波数帯の無線局は低出力なものが多く、電波伝搬上の直進性が強く、遠隔方位測定設備センサのみでは十分な電波監視が行えない場合も発生するため、当該電波発射中に電波が受信できるよう、小型センサをより密度高く配置するような電波監視も必要ではないか
- 車両や人による地上からの電波監視では、マルチパスの影響や回折による減衰等のために制約があるため、無人航空機(ドローン)にアンテナや受信機等を搭載し、上空から電波監視を行うことにより、見通し内での電波の受信が可能となり、干渉事案に対する即応性、機動性が向上するのではないか
- 電子機器から発射又は漏えいする電波による無線局への障害が発生しており、複雑化・多様化する妨害事例への対応が必要ではないか

(2) 2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会等における電波監視の対応

- 2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会やラグビーワールドカップ2019において、運営用の連絡用無線のほか、ワイヤレスカメラ(競技映像伝送)、審判用インカム、選手の識別など各種機器で無線通信が多数使用される予定であり、混信や妨害が発生した場合、大会運営に支障が出ないよう、迅速な妨害源の排除を行い、無線通信の円滑な利用環境の確保に備えた取組が必要ではないか

【今後の検討事項】

検討重点分野



主な検討項目

- ◆ ワイヤレスビジネスの現状と課題
 - ✓ 各ワイヤレスビジネス分野の現状と動向
 - ✓ 各ワイヤレスビジネス分野の市場分析
 - ✓ 国内外の研究開発、標準化動向 等
- ◆ ワイヤレスビジネスを活用した将来(2020年代)の社会像
- ◆ ワイヤレスビジネスの成長を実現するための具体的戦略
 - ✓ 研究開発支援方策
 - ✓ 実用化支援方策
 - ✓ 海外展開戦略、国際標準化・連携方策 等

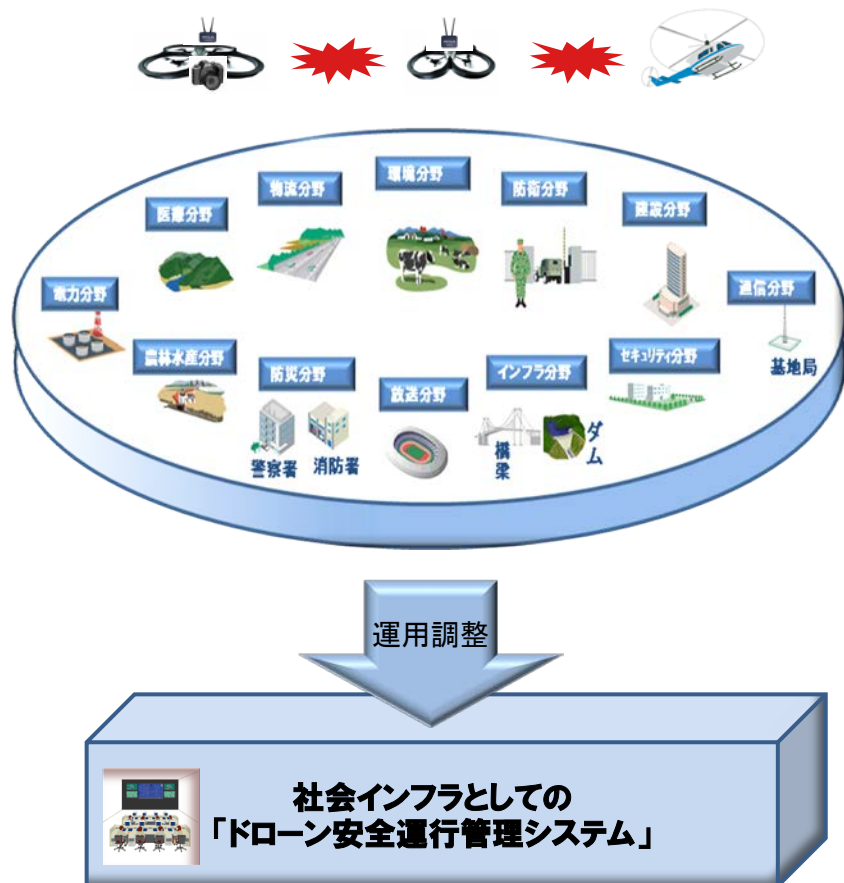
【参考資料】

①ドローン

産業分野別ドローン利用シーンと運行管理の必要性

様々な産業分野、企業等がドローンを利用したビジネスを検討しているが、飛行空域と利用電波についてはドローン操縦者間の調整に委ねられており、様々なリスクが存在している。

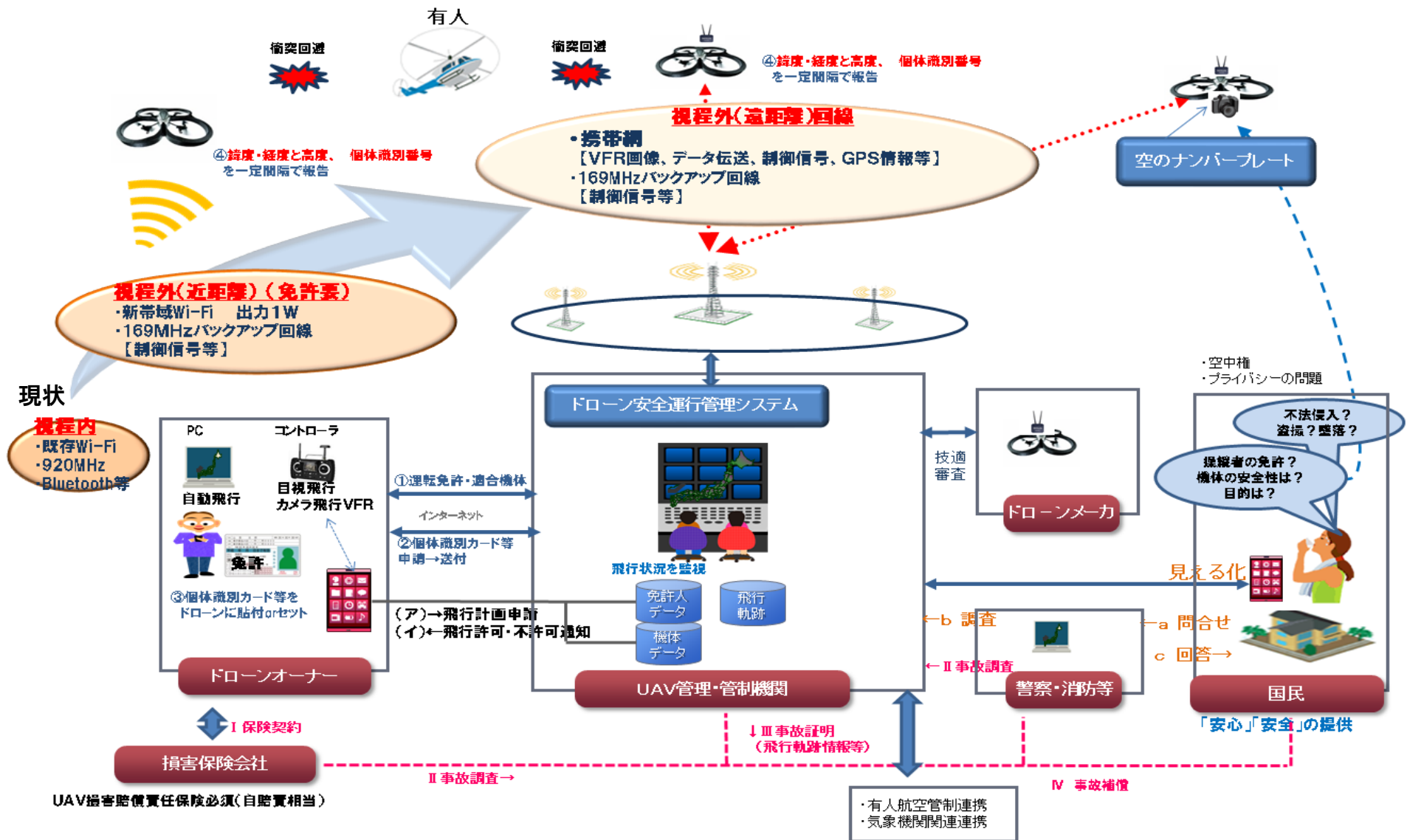
特に、視程外運航の場合は、無人航空機間の衝突、有人航空機との衝突等の重大な問題が発生する可能性があるため、安全な運航のためには、それらを管理し、運用調整するしくみが必要。



分野	利用シーン
放送分野	・TV中継(事故・災害放送、スポーツイベント等)、映画、ドラマ等 ・マーケティング
警察・消防分野	・事故や火災現場確認 ・犯人追跡、消火等
防災分野	・災害発生地域の画像取得、崩壊現場の上空撮影、火山観測、遭難者探索 ・災害現場・事故等の見取り図作成
医療分野	・離島への医療物資・緊急物資の輸送 ・山間地への血液・医療物資搬送
セキュリティ分野	・郊外のスーパー、工場棟の夜間警備、自動巡回、異常発生時の画像取得。将来的にはオリンピックなど大規模イベントの警備
通信分野	・災害時等のNW孤立地域への通信中継 ・数km~20kmの区間や高さ数百mの山岳を挟んだ通信中継
インフラ点検分野	・道路⇒災害時の道路状況把握、道路建設現場把握、橋梁点検等 ・電力⇒送電線の点検、メガソーラーパネルの点検 ・ガス・エネルギー⇒プラント、タンク、パイプラインの点検等 ・通信⇒接近困難地点の設備点検やケーブル敷設、被災状況把握
農林水産分野	・農業散布、種籾散布、肥料散布、水稻調査、作況調査、病害調査 ・違法操業監視、海洋汚染調査、漁場調査
運輸分野	・宅配サービス ・離島や孤立地域への物資輸送
測量分野	・航空測量(基本測量、固定資産税調査、新島調査)
環境分野	・放射線量モニタリング・除染効果測定等、害獣監視・駆除など
建設分野	・高度情報化施工(土木測量とショベルの連携)
高高度滞空監視	・豪雨による土砂災害・火山噴火等の進行性災害の連続監視 ・災害時の通信中継 ・広域海上監視 等
ホビー	・趣味の飛行、写真撮影等

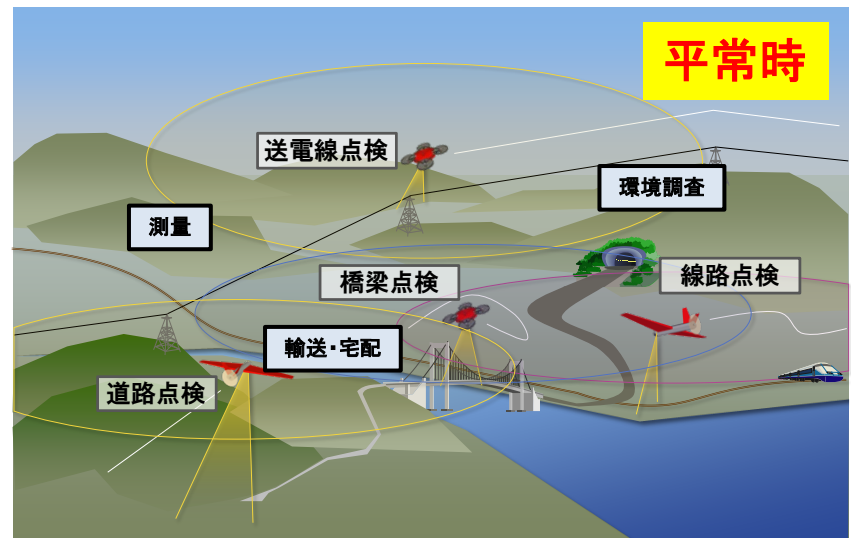
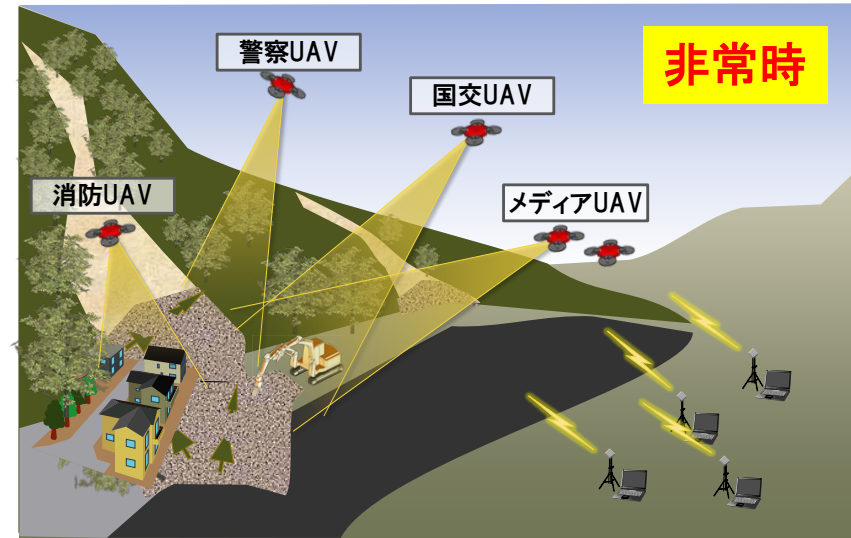
ドローン飛行に関して、国民に「安心」「安全」を提供するために、「空のナンバープレート」相当と「ドローン安全運行管理システム」を整備し、誰が、何を、どんな目的で飛ばしているかを見える化することにより、ドローン産業の発展に寄与する。

※無人航空機の安全運行を支援するための社会インフラとして、東京大学鈴木教授を中心とする官学産による「ドローン安全運行管理勉強会」を実施中。



UAV損害賠償責任保険必須(自賠責相当)

- 墜落事故リスクの増大
- 異なるユーザ、異なる業種のドローン間での衝突リスクの増大
- 有人機とのニアミス・接触リスクの増大
- 無線妨害(通信・GPS)リスクの増大
- 違法行為への悪用リスクの増大
- ハッキングリスクの増大





免許不要バンド(共用、既存: 特定小電力/小電力データ通信)

2.4GHz帯 (~10mW/MHz, 約84MHz幅)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 近距離を対象 (~1km) ➤ 免許人同士の運用調整は不要 	<p>特に2.4GHz帯は業務用ドローンのコマンド・テレメトリには適さず</p>
920MHz帯 (~20mW, 約7MHz幅)		

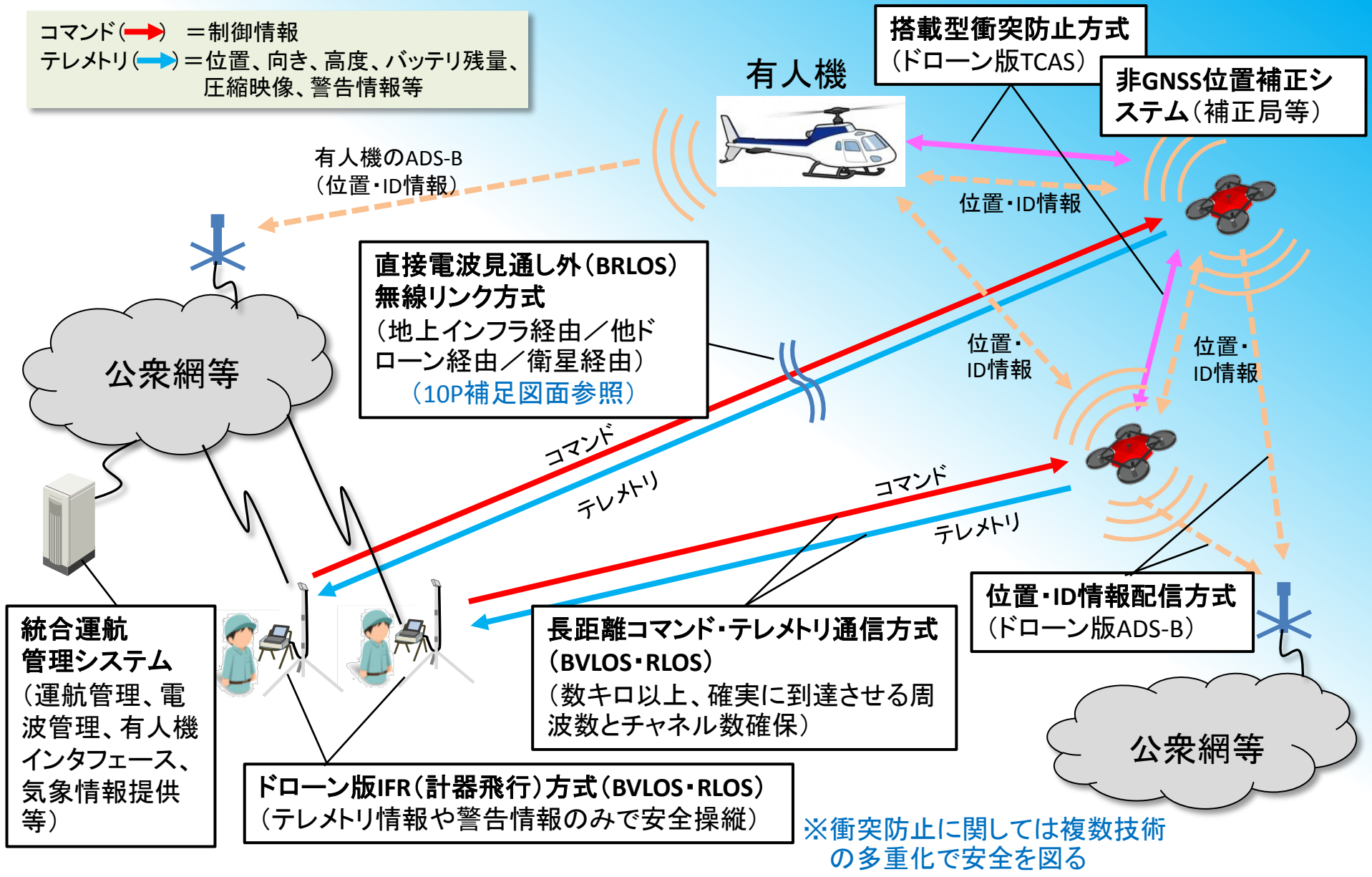
免許バンド(共用、新規割当て予定: H28~)

2.4GHz帯 (~1W, 約10MHz幅)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 長距離まで対象 (~5km) ➤ 広帯域伝送用として適す ➤ 免許人同士の運用調整が必要 	<p>コマンド・テレメトリにも使えるものの、主に画像伝送用</p>
5.7GHz帯 (~1W, 約120MHz幅)		
169MHz帯 (~1W, 約500kHz幅)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 長距離まで対象 (20km以上) ➤ バックアップ用として適す ➤ 免許人同士の運用調整が必要 	<p>コマンド・テレメトリに適すが、チャネルが不足</p>

画像伝送用の周波数はある程度確保されたが、高信頼なコマンド・テレメトリを提供する周波数はまだ不足

①ドローン 無人機の安全運航に必要なワイヤレス関連要素技術の例

— 運航管理(長距離運航を含む) —



NASA UTMプロジェクトにおける段階的な推進構想

UTM: UAS Traffic Management

No.	内容	提供サービス
Build 1 (~2015.8)	予約空域でのUASへの情報提供システム	無人地域での運航／気象、航空交通情報等の提供
Build 2 (~2016.10)	BVLOSでのUASの動的な運航管理システム	人口低密度地域での運航／動的な空域情報、混雑予測、相互調整の提供
Build 3 (~2018.1)	BVLOSでのUASの衝突・ニアミス回避システム	人口中密度地域での運航／インターネット経由での空域モニタリング、有人機・無人機統合衝突管理
Build 4 (~2019.3)	BVLOSでの大規模UAS交通管制システム	人口高密度地域での運航／全国規模への展開



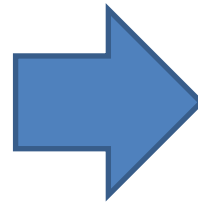
https://prod.nais.nasa.gov/eps/eps_data/162405-OTHER-002-001.pdf より

<http://utm.arc.nasa.gov/index.shtml> より

センサネットワーク周辺技術の過去と今

2000年代前半

- センサ機器は高価。汎用センサノードも少なく、個別開発は高価。
- 実証実験の機会が少なかった
- 多くはないセンサをある場所に配置し、そこから得られる情報を解析して何らかの傾向を把握しようとしていた
- クラウドのような大規模ストレージは想定していなかった
- スマートホンがなく、ユーザインタフェースとして一般の方に利用していただけのものが少なかった



昨今の動向

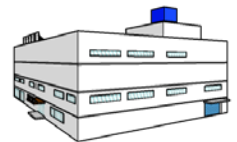
- スマートホンの普及
 - アプリケーションが爆発的に増加。利便性ある情報取得/操作環境。
 - 大規模センサとしての利用が期待
- 通信の高速化 & コストの低廉化
 - LTE等による通信速度向上
 - 定額サービスの普及
- センサの低廉化
 - 比較的簡単にインタフェースを介してシステムやネットワークに接続。
- クラウドの発展
 - 大容量データを低コストで蓄積が可能



U³ by 東京大学



例 arduino



センサネットワーク:普及の方向性

1. 公共系センサネットワーク

河川流量管理や大気汚染モニタなど

- コストが膨大であるものの、社会的必要性が高いため、公共団体がコスト負担して運用
- 今後公的インフラ更改にあわせて設置



2. 準公共系センサネットワーク

気象情報や道路交通情報

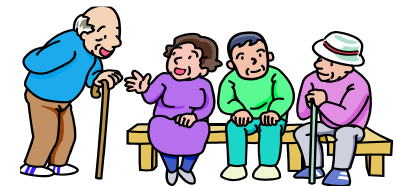
- 民間単独では事業化が困難であるものの、公共インフラを活用し、民間との協業によりサービスを提供



3. 民間系センサネットワーク

ホームセキュリティ、通学・高齢者見守りなど

- 純粋に民間で設置運用するケース。規模も小規模。投資対効果が厳しくみられる。
⇒グローバルにマーケットが得られるかどうか



□ 社会インフラである、空港の滑走路や鉄道の線路の安全性は重要

- ✓ 滑走路の場合、イレギュラー運航(オイルリーク、フラットタイヤ、バードストライク、異物落下等)は、滑走路閉鎖による滑走路利用時間の低下で遅延が発生
- ✓ 現状では、約1日平均1回以上発生、1回あたり5分以上の閉鎖、それに伴う遅延は15～30分程度発生
- ✓ 滑走路閉鎖時間を最小化するため、滑走路異物検知装置の整備を検討

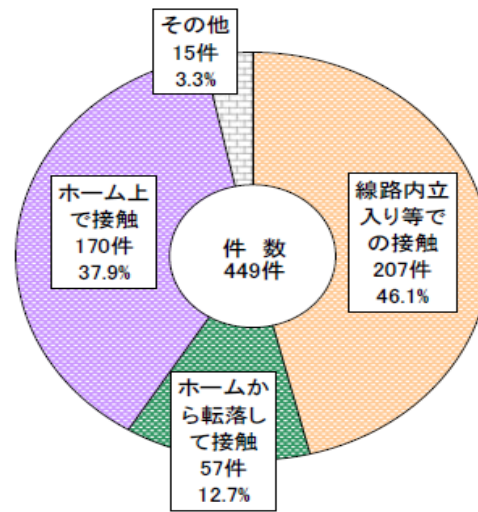
(平成26年3月航空局公表資料から)

- ✓ 線路内の場合、人身障害事故の原因別の内訳は、公衆等が無断で線路内に立ち入る等して列車等と接触したもの(線路内立入り等での接触)が207件(46.1%)で対前年度18件(9.5%)増、旅客等がプラットホームから転落したことにより列車等と接触したもの(ホームから転落して接触)は、57件(12.7%)で対前年度5件(9.6%)増

(平成26年7月鉄道局公表資料から)



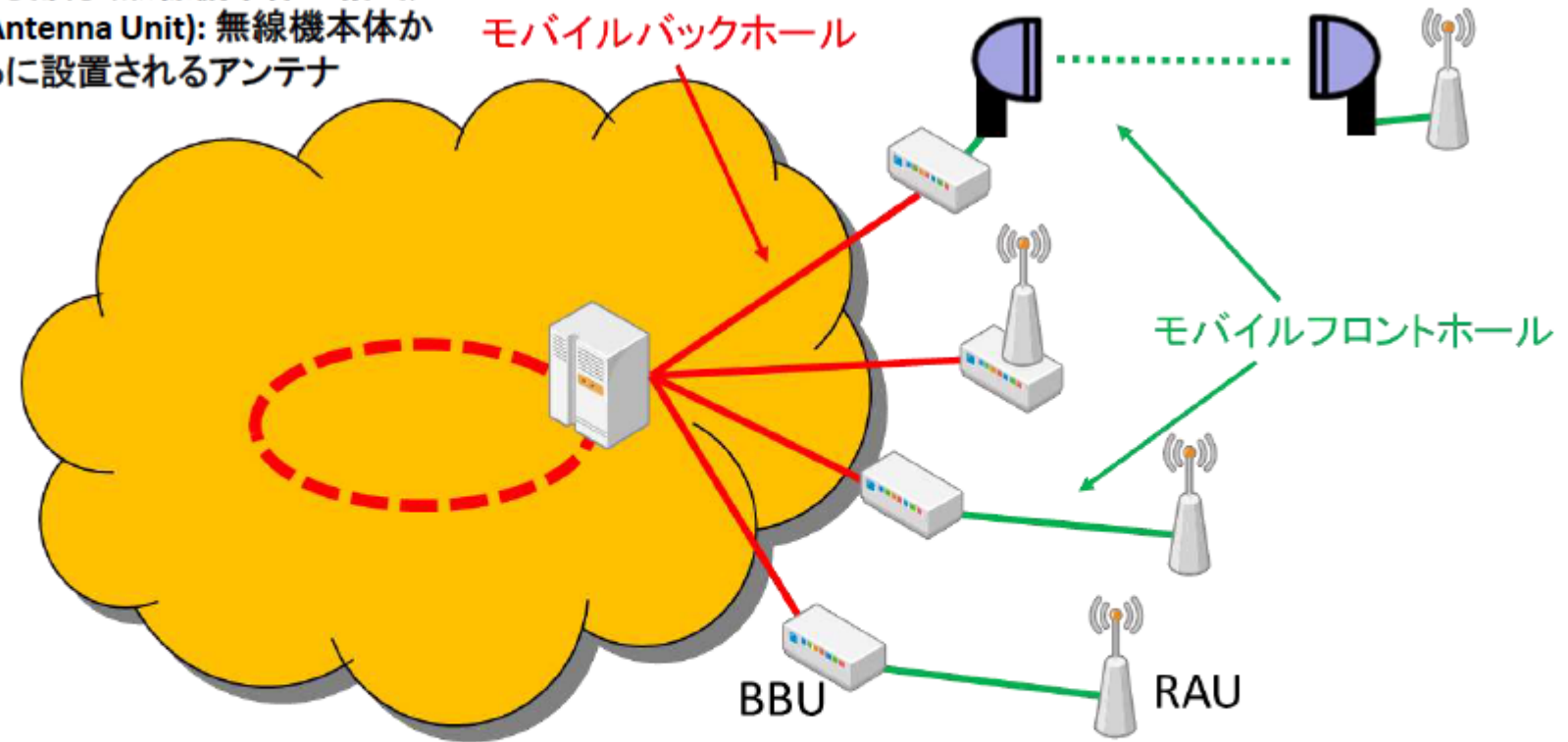
成田国際空港滑走路上の異物
※タバコ箱は異物でなく大きさの基準



原因別の人身障害事故の件数(平成26年度)

以上のことから、即時に、異物の存在とその位置を把握することが必要

BBU(Base Band Unit): 無線信号をデジタル信号に変換する部分(無線機本体に相当)
RAU(Remote Antenna Unit): 無線機本体から離れたところに設置されるアンテナ



モバイルバックホール: 無線機本体同士をつなぐネットワーク

→ デジタル情報ネットワーク

モバイルフロントホール: 無線機本体とアンテナ部分をつなぐネットワーク

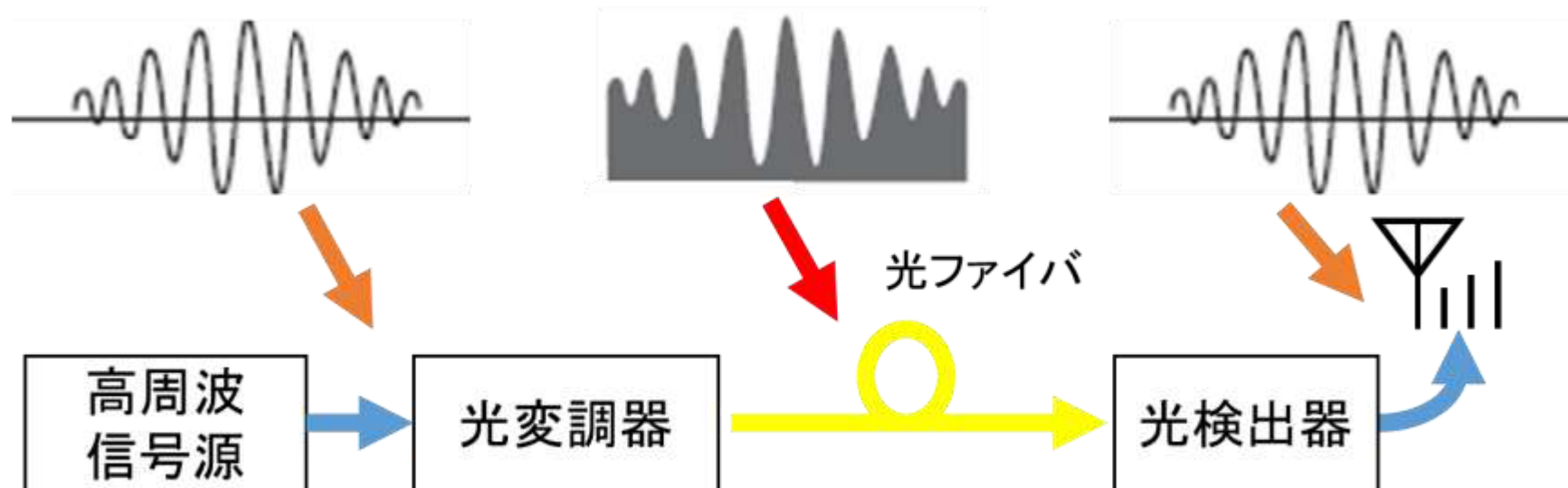
→ 無線波形転送ネットワーク

ーファイバ無線ー

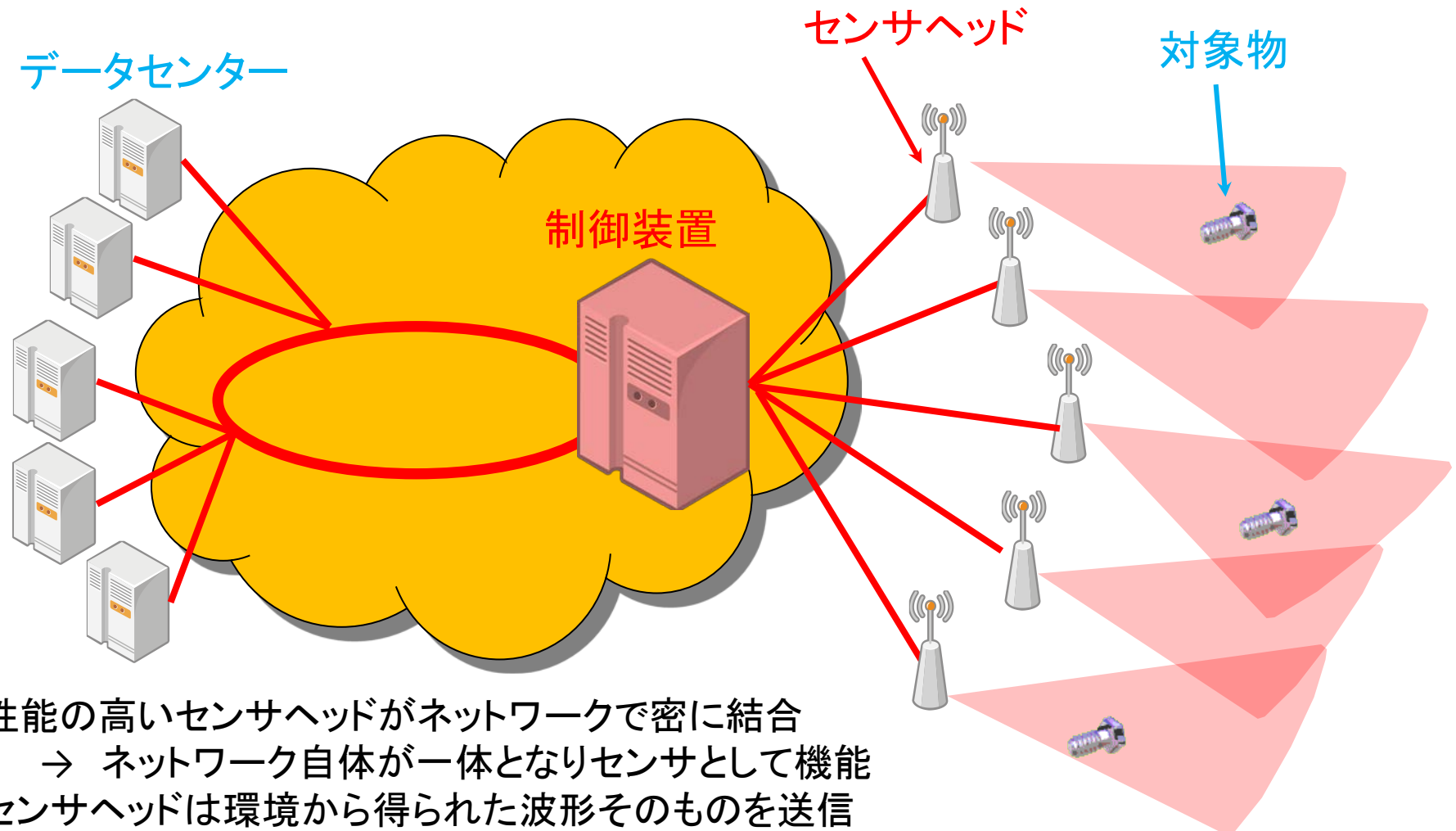
光ファイバで無線信号波形を送る技術

銅線では高い周波数の信号は損失が大きく、信号配信・伝送が困難
低コスト化が進む光ファイバ技術を活用

高周波信号波形で
強度変調された光



無線機本体とアンテナを離れた場所に設置することが容易に
多数のアンテナで無線機本体の機能を共有することができる(無線機機能のクラウド化)



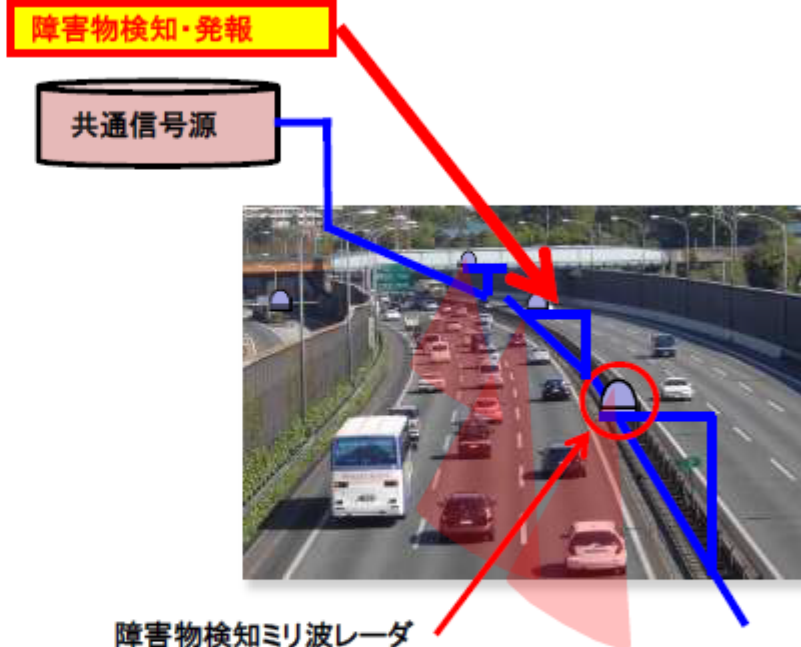
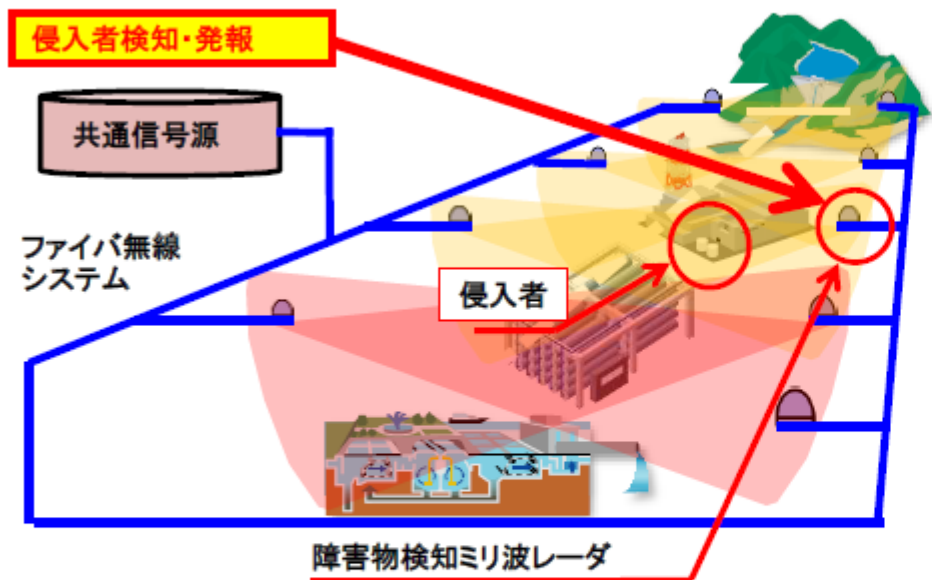
- ・性能の高いセンサヘッドがネットワークで密に結合
→ ネットワーク自体が一体となりセンサとして機能
- ・センサヘッドは環境から得られた波形そのものを送信
- ・対象物にはセンサを直結しないが、センサヘッドからの電波などで遠隔測定

センサヘッドで得られる波形をネットワークで共有、協調的処理

→低コストで高機能なセンシングを実現 (センサ信号処理のクラウド化、波形の効率的転送)

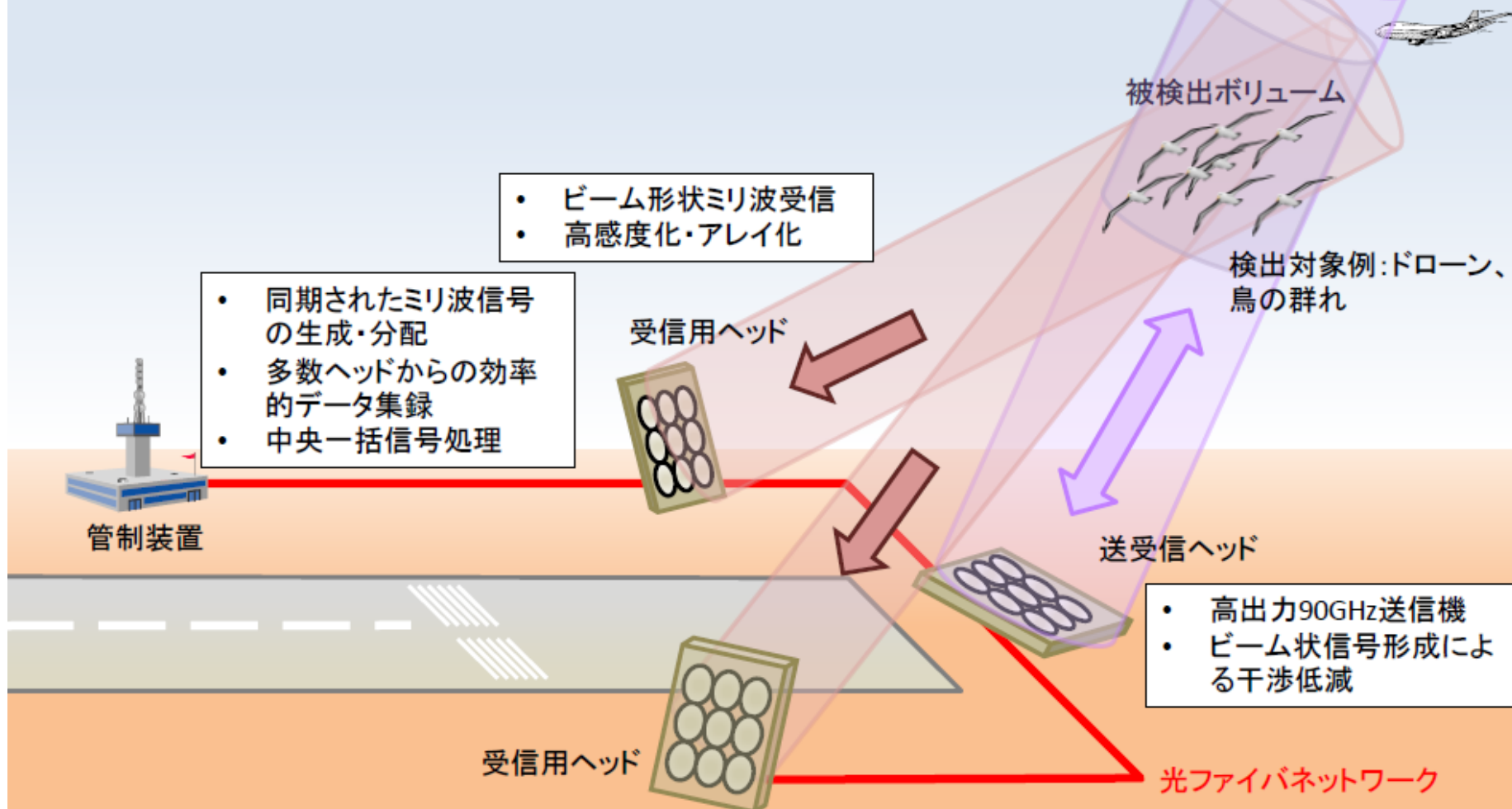
重要設備監視の例

高速道路監視の例



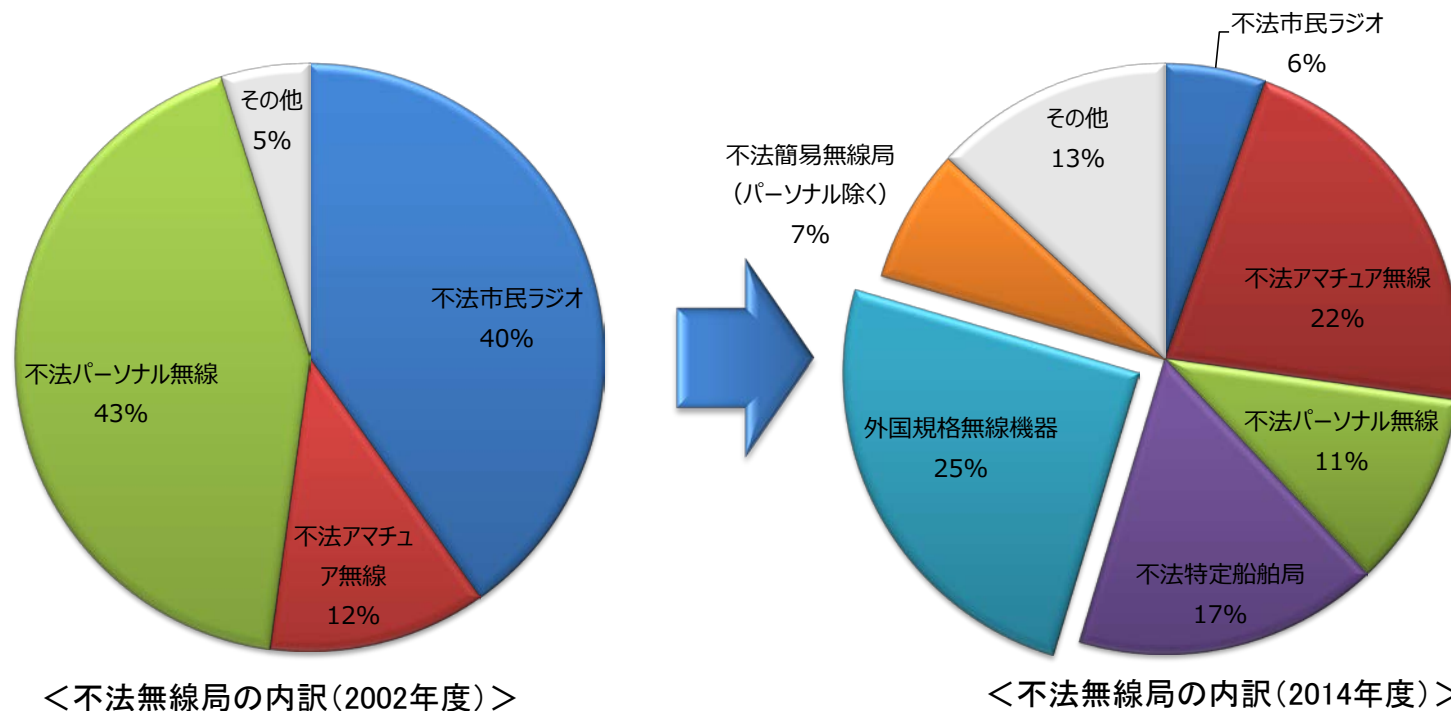
- 障害物の早期発見・発報による事故回避
- 逆走車両や蛇行車両の動的検知の可能性
- 車載の衝突防止レーダーとは異なる周波数で共存・協調が可能
- 路側帯に敷設されている光ファイバ網の有効利用

光ファイバNWで接続されたミリ波レーダ群(1送信機、3受信機等)を高精度に同期し、3次元ボリューム内の異物を検出する



●2002年度には、「不法市民ラジオ」、「不法アマチュア無線」及び「不法パーソナル無線」が不法無線局全体の約95%を占めており、いわゆる「不法三悪」と称されていた。

●これに対して、近年は不法無線局の形態が多様化しており、中でも外国規格の無線機器による混信が増加し、2014年度においては不法無線局全体の約25%を占めるまでになってきている。



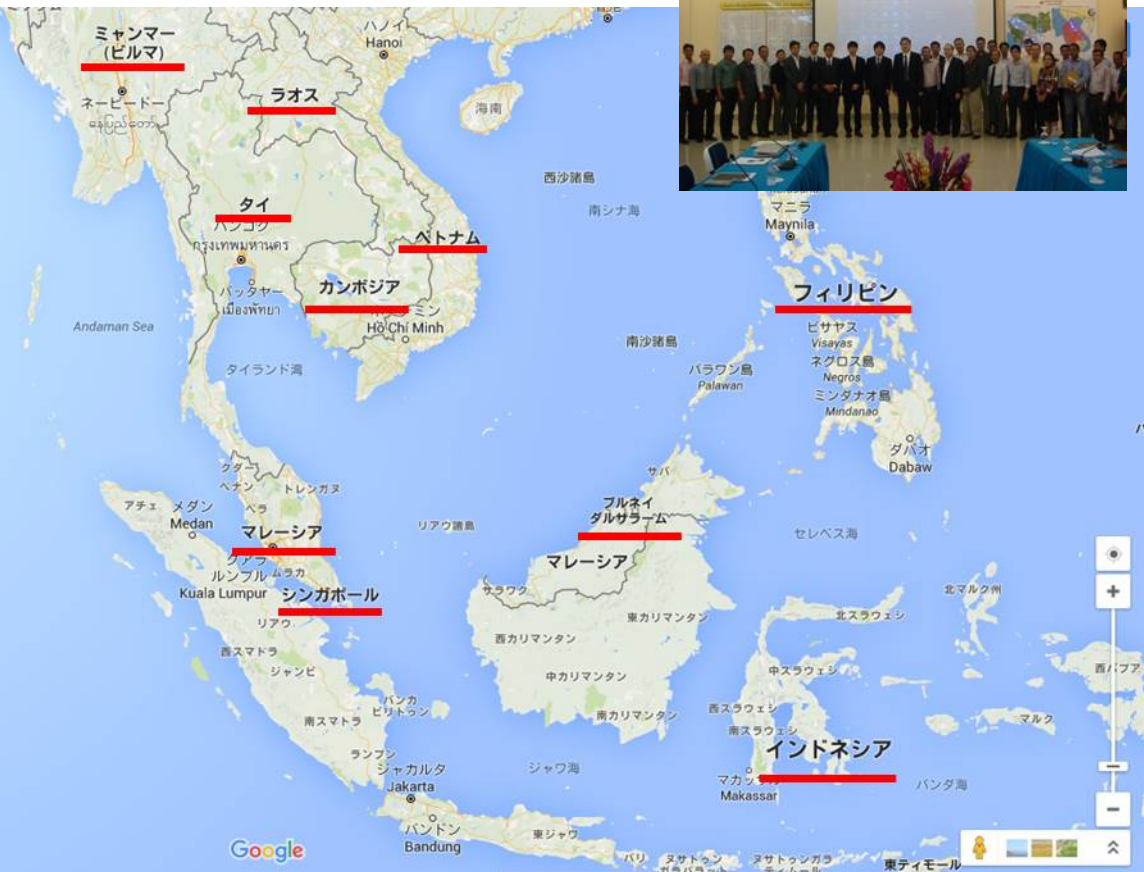
■不適切な無線機器の使用を当該国で抑止していくための電波監視設備を我が国主導で導入支援することで、不法な無線機器の我が国への流入を抑止し、これにより、我が国の電波利用環境の一層の保護及び我が国技術・設備の国際競争力の向上が期待できる。

③電波の適正利用

電波監視に関する二国間会合の実績例

- 東南アジア10か国、南米5か国等との電波監視に関する二国間会合を開催（赤色下線国）
- 電波監視技術・設備の整備が十分でない開発途上国を選定

日-カンボジア 二国間会合



日-アルゼンチン二国間会合

③電波の適正利用

1. 国際展開における我が国の強み（事例）

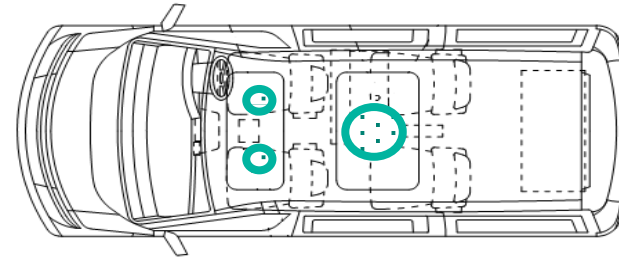
秘匿性の高い電波監視車両

DF(Direction Finding)用アンテナ内蔵型 電波監視車両

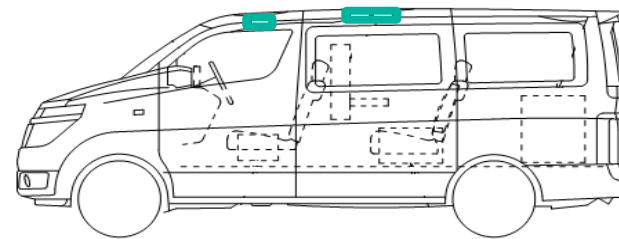
- ・DFアンテナが車両のルーフ内に埋め込まれて設置されており、外観上は通常の車両に見える。
 - 不法局は電波監視職員に気が付くと電波発射を止めるため、不法局に気付かれることなく位置探索できることが重要
 - DFアンテナを車両ルーフに埋め込める薄さのものが製品化されているのは日本のみ。



一般的な電波監視車両



DF Flat antenna



日本の電波監視車両

③電波の適正利用

1. 国際展開における我が国の強み（事例）

電波発射源可視化装置（1/2）

■従来の方向探知機による電波発射源の特定



2次元的な
位置はわかるが

電波の発射源は
どこだ？



- ◆2つ以上の方探結果を地図上に重ね合わせることで場所を特定
- ◆発信源の垂直方向の位置は特定できない

■電波発射源可視化装置による特定



ピンポイントで
電波発射源を
特定できる

- ◆可視化された電波と画像を重ね合わせ、1つのセンサで場所を特定

③電波の適正利用

1. 国際展開における我が国の強み（事例）

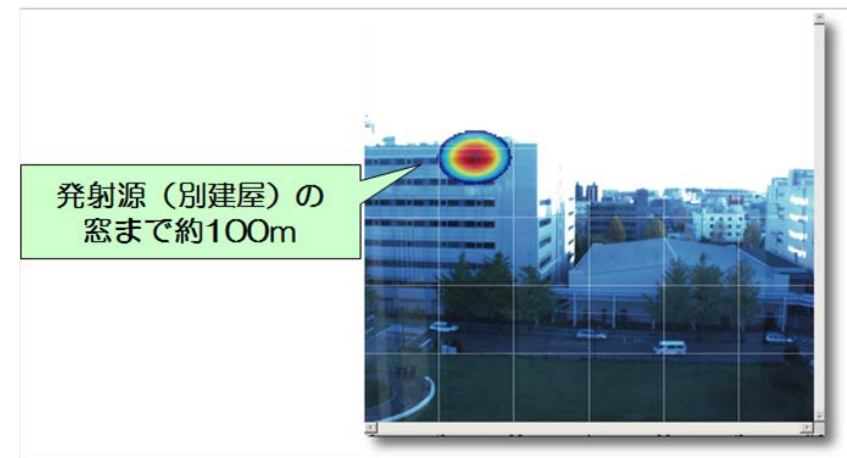
電波発射源可視化装置（2/2）



電波発射源可視化装置外観

日本独自のアイデアに基づく装置であり、諸外国からの関心が高い技術

900MHz帯のパーソナル無線を実際に送信し可視化した画像



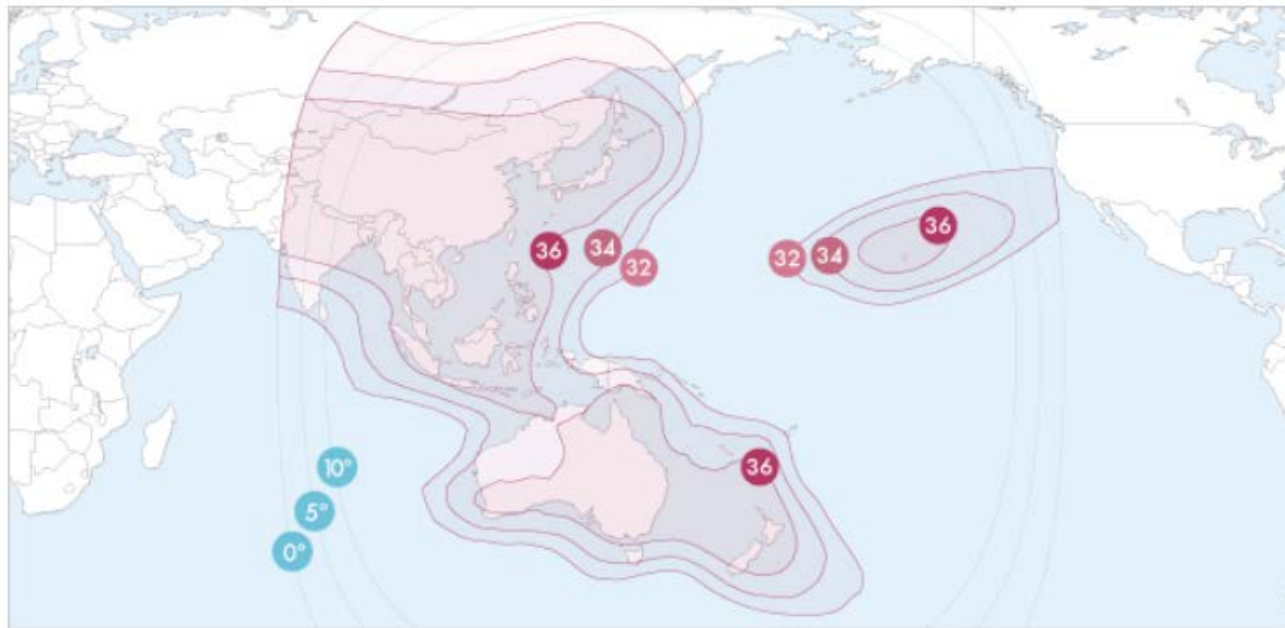
この例ではパーソナル無線機の送信波が建物の中のどこのフロアから送信されているかが識別できている。

③電波の適正利用

2. 今後の展開戦略

● 宇宙電波監視システムの導入(1/2)

- 衛星通信・放送は、広域に情報を伝達することができる一方、干渉が発生するとその影響も広範囲に広がります。
- 広域な情報伝達が可能な衛星通信・放送は、今後開発途上国等において急速に広がる可能性があり、それに伴い干渉発生リスクが高まります。



■ 36dBW ■ 34dBW ■ 32dBW

出所：<http://www.jsat.net/en/contour/jcsat-2a.html>

JCSAT-2A Cバンドカバーエリア

干渉の影響が国家をまたぐことから、国際的な監視体制の構築が有用

③電波の適正利用

2. 今後の展開戦略

● 宇宙電波監視システムの導入(2/2)

- 日本の監視局と海外の監視局を共同で運用することで電波監視のための地理的条件が有利となり、干渉源を高精度に特定でき、国内外でより早期の対処が可能となります。
- 日本で採用しているフロントフィードアンテナ方式でのマルチバンド監視固定局は、構成を簡素化できることから、コンパクトに設備を構成できます。



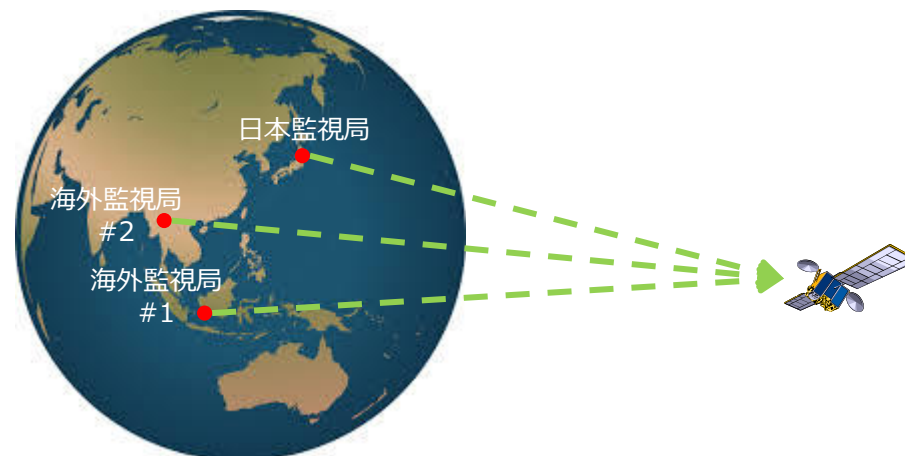
固定監視局 #1



固定監視局 #2



モバイル監視局



センター局

- (1) 監視と測定:
 - アップリンク干渉源の位置測定
 - スペクトラム占有帯域幅の測定
 - 電波諸元の測定:
 - 周波数、帯域誤差、受信電力、EIRPなど
- (2) 運用支援システム:
 - 軌道情報データベースとアンテナ制御
 - 測定データの記録蓄積

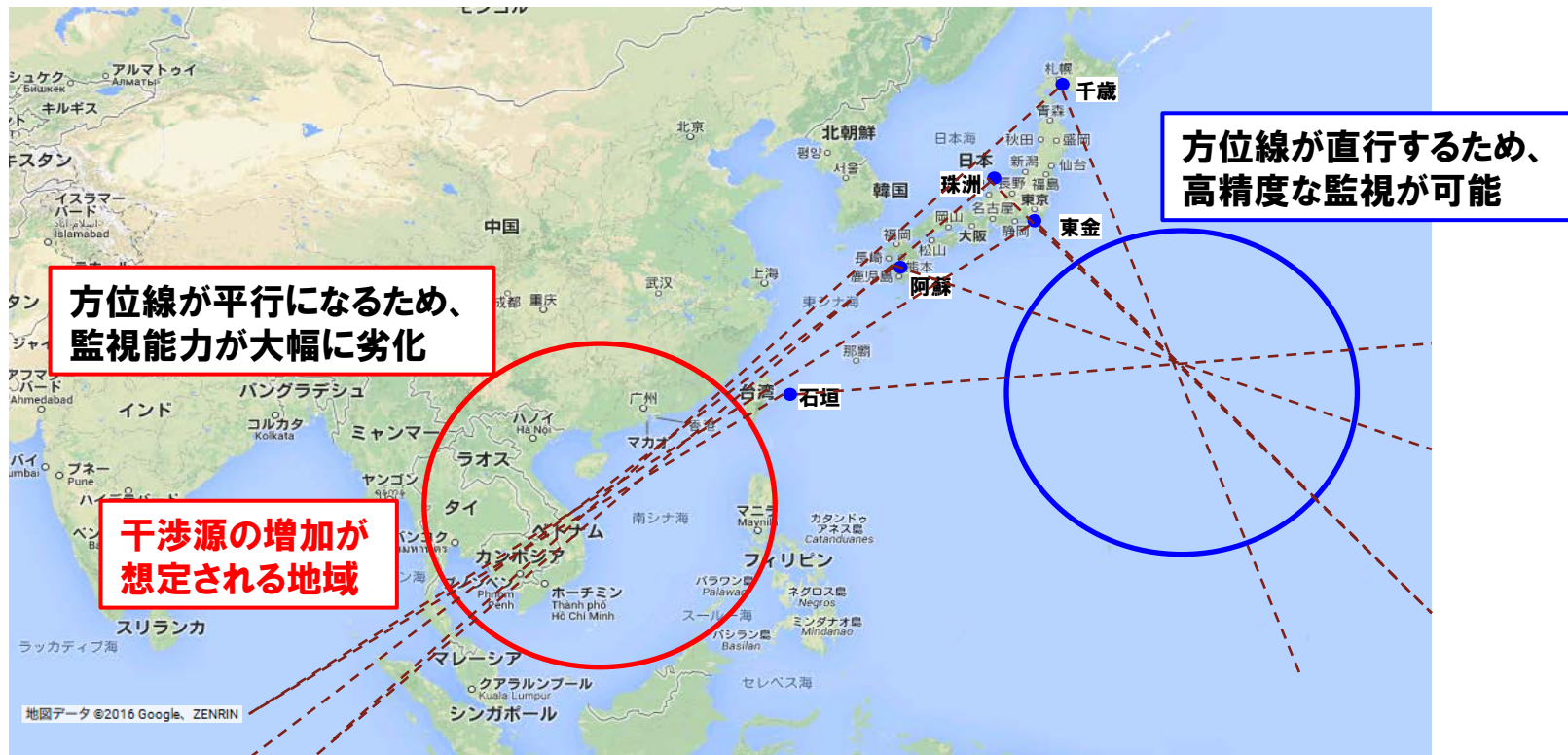
宇宙電波監視システムの共同運用は、国内外の双方にメリット

③電波の適正利用

2. 今後の展開戦略

● 短波帯監視の共同運用の提案 (1/2)

- 短波帯電波は広域に伝搬するため、干渉が発生するとその影響が広範囲に及びます。
- 特に、電波利用が急速に進む東南アジア等からの干渉が懸念されるため、監視能力の強化が必要と考えます。



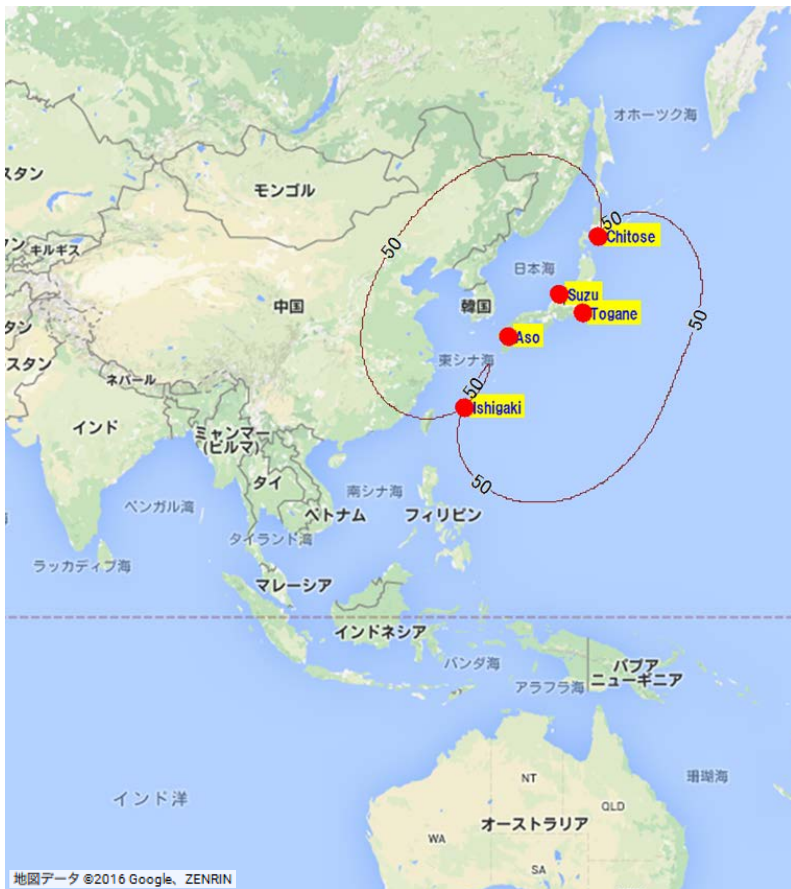
短波帯電波は東南アジア方向の監視強化が必要

③電波の適正利用

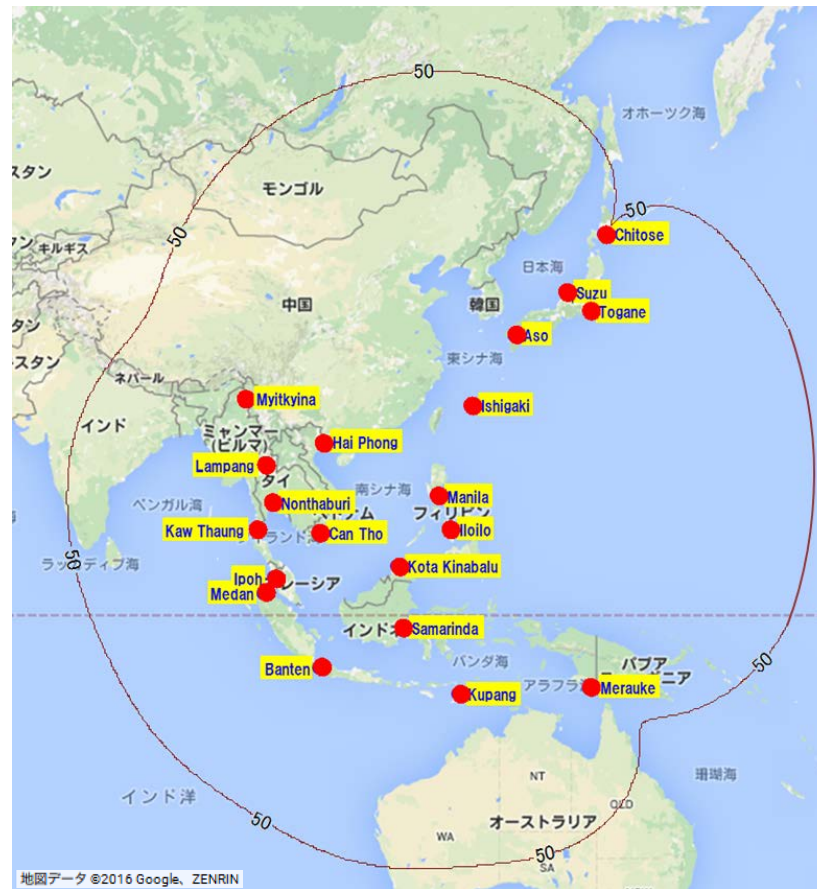
2. 今後の展開戦略

● 短波帯監視の共同運用の提案 (2/2)

海外に共同運用可能なセンサを配置することで、高精度の監視範囲の拡大が図れます。



単独運用時の高精度監視範囲



共同運用時の高精度監視範囲

相互に高精度監視範囲が拡大し、Win-Winの関係が構築できます

③電波の適正利用

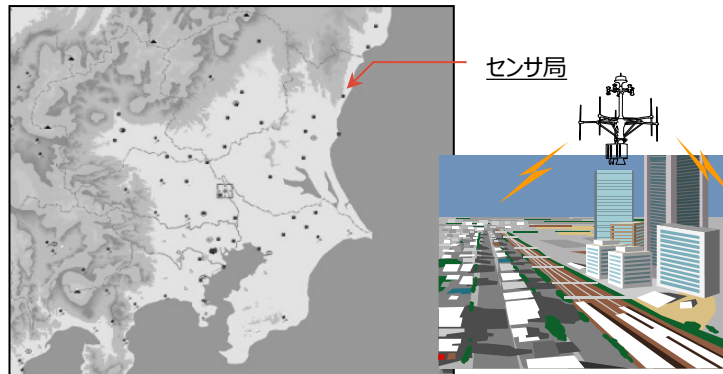
2. 今後の展開戦略

● 新たな技術アイデアの展開

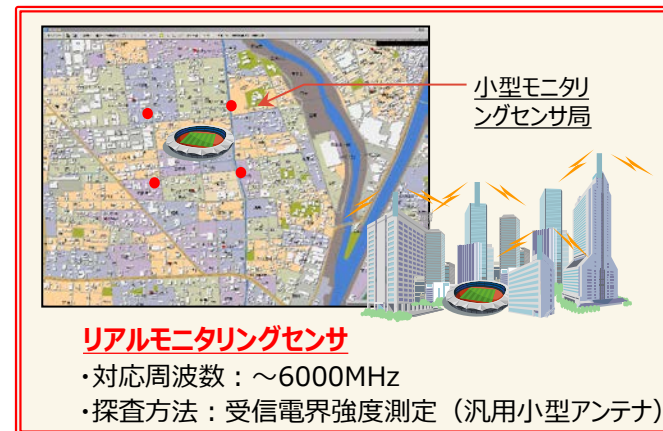
■ リアルタイムモニタセンサ局

- ・近年普及が著しい高周波数帯(3GHz以上)の無線局は低出力なものが多く、電波伝搬上も直進性が強いため、DEURAS-Dによる固定センサのみでは十分な監視が行えない場合が増加している。
- ・そのため、混信や干渉が発生すると、職員が高周波数帯用の監視設備を携行して現場へ出動し不法局探査を実施しているが、当該電波が停波している等、干渉源特定に時間を要している。

当該電波発射中に確実に受信できるよう、小型固定センサをより密度高く配置し、DEURAS-Dセンサと連携



DEURAS-D センサ
 ・対応周波数：～3600MHz
 ・探査方法：電波到来方向測定（大型アンテナ）



リアルモニタリングセンサ
 ・対応周波数：～6000MHz
 ・探査方法：受信電界強度測定（汎用小型アンテナ）

■ 無人航空機（ドローン）を活用した上空からの電波監視

- ・近年、インフラ点検、航空測量、物資輸送などさまざまな分野で無人航空機（ドローン）の活用が急速に増加している。また、政府の成長戦略に位置づけられる「ロボット普及」の取り組みの中で、無人航空機は有力なアプリケーションとして制度面での具体的検討が進められる方針である。
- ・ドローンに空中線を搭載し上空から電波監視を行うことにより、多くの場合で見通し内での電波の受信が可能となりマルチパスの影響や回折による減衰の抑制が可能であるとともに、干渉事案に対する即応性、機動性の向上が図れる。