

情報通信審議会 情報通信技術分科会（第148回）議事録

- 1 審議期間 令和2年3月24日（火）から同年3月27日（金）まで
- 2 答申事項の議決日 令和2年3月31日（火）
- 3 開催方法 文書による審議
- 4 参加者（敬称略）
西尾 章治郎（分科会長）、相田 仁（分科会長代理）、安藤 真、
石戸 奈々子、伊丹 誠、江村 克己、上條 由紀子、國領 二郎、
三瓶 政一、知野 恵子、根本 香絵、増田 悦子、村山 優子、
森川 博之（以上14名）
- 5 議 題
 - (1) 答申事項
 - ① 「放送システムに関する技術的条件」のうち「FM同期放送の技術的条件」について 【平成18年9月28日付け諮問第2023号】
 - ② 「ネットワークのIP化に対応した電気通信設備に係る技術的条件」のうち「IoTの普及に対応した電気通信設備に係る技術的条件」について 【平成17年10月31日付け諮問第2020号】
 - ③ 「業務用陸上無線通信の高度化等に関する技術的条件」のうち「VHF帯加入者系無線システムの高度化に係る技術的条件」について 【平成25年5月17日付け諮問第2033号】
 - ④ 「新世代モバイル通信システムの技術的条件」のうち「第5世代移動通信システム（5G）及びBWAの高度化に関する技術的条件」について 【平成28年10月12日付け諮問第2038号】
 - ⑤ 「新世代モバイル通信システムの技術的条件」のうち「携帯電話を無人航空機等（ドローン等）に搭載して上空で利用する場合の技術的条件」について 【平成28年10月12日付け諮問第2038号】
 - (2) 報告事項
 - ① 次期グローバルコミュニケーション計画について

議 事

(1) 答申事項

- ① 「放送システムに関する技術的条件」のうち「FM同期放送の技術的条件」について 【平成18年9月28日付け諮問第2023号】

【放送システム委員会からの説明】

本件につきまして、資料148-1-1を用いて御説明させていただきます。

(2 ページ：検討の背景等)

検討の背景について、説明いたします。

FM放送には、県域放送やコミュニティ放送、FM補完中継放送などがありますが、放送局の増加に伴い、FM放送用周波数のひっ迫は深刻化しております。

こうしたFM放送用周波数のひっ迫を緩和し、周波数の有効利用を行うため、放送システム委員会では、複数の局で同一の周波数を利用するFM同期放送の導入に向けた技術的条件について検討を行いました。

(3 ページ：検討の経緯)

本検討にあたり、放送システム委員会の下にFM同期放送作業班を設置して、委員会の検討に必要な調査等を行いました。

作業班は、令和元年7月から12月まで4回開催し、12月に報告(案)を作成しました。

その後、パブリックコメントを行い、令和2年2月に報告の取りまとめを行いました。

(4 ページ：FM同期放送の技術的条件の基本的な考え方)

検討における基本的な考え方について、説明いたします。

FM同期放送を行う放送局は、FM放送局としての基準を満たした上で、FM同期放送を行うこととなります。

そのため、現在のFM放送の技術基準や過去の答申等の内容を踏まえることとし、

過去の検討結果と同一のものとすることが適当な場合にはその内容を準用することといたしました。

また、FM同期放送は、一部の事業者では既に導入されていることから、導入済みのFM同期放送と整合性のとれるものとする事としました。

さらに、現在、FM放送は、地形や周辺の電波利用環境等を考慮して個別に審査を行い、柔軟性の高い放送サービスを提供できていることから、FM同期放送も同様の考え方で、多様で柔軟なサービスが提供できるようにしました。

なお、送受信環境としては、現在のFM放送の設備を前提としており、干渉妨害領域を含む放送区域全体において、FM受信機における主観評価値3を満足できることを基準としております。

(5 ページ：FM同期方式)

次に、FM同期放送を実現する為の同期方式について、説明いたします。

FM同期方式としては、独立同期方式、従属同期方式、変調波分配方式（完全同期方式）の3方式があり、それぞれ特徴が異なりますが、GPSの普及により高精度の基準信号が容易に利用可能となったことで、現在では、独立同期方式に集約されつつあります。

この3方式について、技術試験事務を通じて、各方式の特徴や導入状況等について整理を行い、高精度のFM同期放送に対する適用について検討いたしました。

本検討の結果、県域放送のように、大きな放送区域を有するFM同期放送を行う場合には、それぞれの局で変調を行う独立同期方式や従属同期方式が推奨されますが、変調波分配方式でも小規模のFM同期放送を行うことは可能であり、放送区域等の状況を考慮し、これらの方式を適切に選択することで、どの方式でもFM同期放送を行うことは可能であるとの結論を得ました。

(6 ページ：周波数の精密な管理・安定化のために必要な項目)

FM同期放送では、等電界地域などで2つの放送波のDU比が十分に確保出来ない場合に音質劣化が発生しますが、DU比が十分に確保できない場合でも、放送局の周波数を精密に管理し、イメージ図のように放送波を同一化することができれば、音質劣化を軽減することができます。

周波数の精密な管理や安定化のために必要な項目として、周波数差、周波数安定度差、最大周波数偏移差、パイロット信号の周波数差及び位相差について、必要とされる精度等について検討を行いました。

また、FM同期放送では、それぞれの放送局からの受信点までの距離の違いなどによって、送信所からのレベル差（DU比）や遅延時間差が発生します。最適なエリア設定のためには、これらの関係性が重要となることから、合わせて検討を行いました。

（7 ページ：検討結果（搬送周波数差））

検討結果について、説明いたします。

搬送周波数差については、過去の検討において音質劣化が発生する閾値とされた周波数差2Hzの場合とGPSの普及により実用となったより高精度な0.2Hzの場合について、検討を行いました。

これらのグラフは、DU比が0dB、3dB及び5dBの場合における各搬送波周波数差の遅延時間と主観評価値の関係について示していますが、以下の結果が得られました。

- ・2局のDU比が0dBとなる等電界地域における主観評価結果では、遅延時間差が1 μ 秒以内の場合、搬送周波数差0.2Hzでは主観評価3以上が確保可能である一方で、搬送周波数差が2Hzの場合には主観評価3が確保できない。
- ・DU比が3dB以上確保できる場合には、搬送周波数差2Hz以内であれば主観評価3が確保でき、搬送周波数差の違いによる音質の差は大きくない。

この結果に基づき、「相互に同期の関係にある放送局の搬送周波数差は2Hz以内、目標を0.2Hz以内とすることが適当である」という結果をまとめました。

（8 ページ：検討結果（周波数安定度））

周波数安定度については、本検討では周波数安定度として、AC周波数変動幅を0Hzと6Hzに変化させた場合について、検討を行いました。

これらのグラフは、DU比が0dB、3dB及び5dBの場合における各AC周波数変動幅の遅延時間と主観評価値の関係について示していますが、以下の結果が得られました。

- ・等電界地域（DU比：0dB）における主観評価結果では、遅延時間差が1 μ 秒以内の場合、AC周波数変動幅0Hzでは主観評価3以上が確保可能である一方で、AC周波数

変動幅が6Hzの場合には主観評価3が確保できない。

- ・DU比が3dB以上確保できる場合には、どちらでも主観評価3が確保でき、AC周波数変動幅の違いによる音質の差は大きくない。

既存のFM放送では、周波数偏差の許容値のみを規定し、安定度については特に規定がないこと、先ほどの搬送周波数差の基準を満足できれば必要な周波数安定度についても同時に担保されると考えられることから、「周波数安定度については基準を定めず、送信所相互の搬送周波数差を維持することにより、所要の周波数安定度を確保することが適当」といたしました。

(9 ページ：検討結果（最大周波数偏移差））

最大周波数偏移差については、周波数差と同様に、過去の検討において音質劣化が発生する閾値とされた最大周波数偏移差1kHzの場合とGPSの普及により実用となったより高精度な1Hzの場合について、検討を行いました。

これらのグラフは、DU比が0dB、3dB及び5dBの場合における各最大周波数偏移差の遅延時間と主観評価値の関係について示していますが、以下の結果が得られました。

- ・等電界地域（DU比：0dB）における主観評価結果では、遅延時間差が1 μ 秒以内の場合、最大周波数偏移差1Hzでは主観評価3以上が確保可能である一方で、最大周波数偏移差が1kHzの場合には主観評価3が確保できない。
- ・DU比が3dB以上確保できる場合には、最大周波数偏移差1kHz以内であれば主観評価3が確保でき、最大周波数偏移差の違いによる音質の差は大きくない。

この結果に基づき、「相互に同期の関係にある放送局の最大周波数偏移差は1kHz以内、目標を1Hz以内とすることが適当である」という結果をまとめました。

(10 ページ：検討結果（パイロット信号周波数差及び位相差））

次に、パイロット信号についてですが、本検討では、より影響が大きいと思われるパイロット信号の位相差について、より高精度の同期を行った場合について検討しました。

位相差としては、0°と90°の2つの場合について検証しており、これらのグラフは、DU比が0dB、3dB及び5dBの場合における各パイロット信号の位相差の遅延時間と主観評価値の関係について示していますが、高精度な同期を行った場合でも、パイ

ロット信号の位相差は音声品質に大きな影響を与えないという結果が得られています。

パイロット信号の周波数及び位相に関する過去の検討結果とも合わせ、「パイロット信号については、FM同期放送を行う場合でも既存のFM放送と同じ基準で問題ない」という結果をまとめました。

(1 1 ページ：検討結果（同期を構成する2局間の混信保護）)

次に、同期を構成する2局間の混信保護について、説明いたします。

既存のFM放送では、他の放送局との混信を防ぐために、「同一周波数を利用する場合、他の放送局との混信保護比（DU比）36dBを確保すること」とされていますが、この基準は異なる内容を放送する放送局間の混信を防ぐためのもので、同一内容の放送を前提とするFM同期放送では、この混信保護比を満足しない場合でも、DU比や遅延時間差を調整することにより、音質劣化の軽減が可能となる場合があります。

このようなFM同期放送における遅延時間差と混信保護比との関係を踏まえ、「同期を構成する2局間の混信保護については、同一周波数利用に関する現行のFM放送の規定によらないものとし、干渉妨害領域における受信障害の影響ができる限り小さくなるよう、受信品質の確保に努めることが適当である」という結果をまとめました。

また、この受信障害の影響を推定するため、遅延時間差と混信保護比の条件を整理し、同期評価テーブルとして取りまとめました。

なお、同期局以外の放送局との混信保護については、従来どおりとしています。

(1 2 ページ：干渉妨害が発生する領域を推定するための遅延時間差と混信保護比の条件)

こちらの表は、遅延時間差と混信保護比の条件を整理したものになります。

基準となる「搬送周波数差2Hzかつ最大周波数偏移差1kHzの条件」と目標となる「搬送周波数差0.2Hzかつ最大周波数偏移差1Hzの条件」のそれぞれの場合において、主観評価2から4までを得るために必要な混信保護比（DU比）と遅延時間差との関係を示しております。

この「同期評価テーブル」に示された条件に留意し、干渉妨害領域における受信品

質の確保に努めることが適当である」という結果をまとめました。

(13ページ：FM同期放送における偏波面効果について)

次に、FM同期放送における偏波面効果について、説明いたします。

FM放送の送信偏波面は原則として水平偏波とされていますが、FM同期放送では等電界地域の設定が重要となることから、同期を構成する2局間の偏波面を異偏波とした場合の偏波面効果によるDU比の変化についても検討しました。

その結果、偏波面を変えることにより、DU比を10dB程度改善する効果があるという結果が得られたことから、この結果に基づき、「FM同期放送の放送区域の設定に必要な場合には、送信空中線から発射する電波の偏波面として垂直偏波も使用可能とすることが適当である」という結果をまとめました。

(14ページ：FM同期放送の技術的条件)

こちらが、これまでの検討結果に基づき、FM同期放送の技術的条件として取りまとめた表になります。

内容としては、

- ・搬送周波数差を2Hz以内、目標として0.2Hz以内とする。
- ・最大周波数偏移差を1kHz以内、目標として1Hz以内とする。
- ・送信偏波面として、必要に応じて垂直偏波も使用可能とする。
- ・同期を構成する2局間の混信保護として、同一周波数利用に関する現行のFM放送の規定によらないものとし、干渉妨害領域における受信障害による影響ができる限り小さくなるよう、干渉妨害領域を推定するための遅延時間差と混信保護比の条件（同期評価テーブル）に留意しつつ、干渉妨害領域の受信品質の確保に努めることとしました。

【質疑応答】

○安藤委員 概要P13で、垂直偏波も可能とあるが、現状は水平でない地域もあるのではないのでしょうか。その場合、「直交偏波も可能」とした方が、柔軟ではないのでしょうか。

○放送システム委員会事務局 FM放送は、無線設備規則等において、偏波面は原則

として水平偏波、特に必要と認められる場合には垂直偏波を使用させることができるとされており、現在でも、混信等の回避のため、一部地域においては垂直偏波を用いて整備がなされているところです。

今回のFM同期放送の技術的条件の検討においては、現在のFM放送の技術的条件を前提として干渉妨害を抑制するための技術的検討を行っており、FM同期放送を行う場合においても、偏波面は、現在のFM放送と同じとしております。

その上で、本検討において、FM同期放送を行うために垂直偏波を使用することが適切であるとの検討結果が得られたものとなります。

○安藤委員 趣旨は了解しました。

垂直偏波を用いている上の「一部地域」では、水平偏波を用いる必要があるのではないかという、質問です。まれにでもあり得る場合は、「直交偏波」の表現が融通が効くのではとの意味です。

○放送システム委員会事務局 FM放送では、「水平偏波」又は「垂直偏波」のどちらかを選択することになります。

本技術的条件では、FM同期放送を行う場合、既存の放送局の偏波によらず、同期放送を行う局は「水平偏波」又は「垂直偏波」のいずれかを任意に選択できるといたしました。

【審議結果】

本件について、資料148-1-3の答申案のとおり、答申することとしました。

【今後の行政上の対応について】

○吉田情報流通行政局長 この度は、「放送システムの技術的条件」のうち「FM同期放送の技術的条件」につきまして、一部答申を取りまとめいただき、誠にありがとうございました。

FMラジオ放送に関しましては、地域に密着したメディアというだけでなく、災害発生時の情報収集手段としても大いに期待されているところでございますが、一方で、FM補完中継局の全国展開やコミュニティFM局の増加により、一部地域においては、FM放送用周波数の逼迫も懸念されてきております。

この度一部答申を頂きました「FM同期放送の技術的条件」は、このような周波

数の逼迫を緩和し、周波数の有効利用や良好な電波利用環境の維持・確保に資するものと考えております。

総務省におきましては、この度の一部答申を受けて、速やかに制度整備に取り組んでまいり所存です。

最後に、一部答申の取りまとめに当たりご尽力いただいた、放送システム委員会の伊丹主査、FM同期放送作業班の都竹主任をはじめ、放送システム委員会及び作業班の皆様、そして、情報通信技術分科会委員の皆様に、厚く御礼を申し上げます。

今後とも、情報通信行政に対しましてご指導ご鞭撻のほどよろしくお願い申し上げます。

- ② 「ネットワークのIP化に対応した電気通信設備に係る技術的条件」のうち「IoTの普及に対応した電気通信設備に係る技術的条件」について

【平成17年10月31日付け諮問第2020号】

【IPネットワーク設備委員会からの説明】

本諮問事項は、平成30年9月に第一次検討、令和元年5月に第二次検討の結果について報告し、一部答申をいただいております。

本件は、その後、引き続き委員会を開催し、昨年6月から本年3月にかけて第三次検討を進め、取りまとめた検討結果を報告するものです。

I. IPネットワーク設備委員会（第三次検討）の検討事項等

第二次検討において継続審議とされた内容に加え、令和元年房総半島台風等による通信被害も踏まえ、以下の検討を行いました。

1. 通信ネットワークの本格的なソフトウェア化・仮想化の進展に対応した技術基準等の在り方
2. 災害に強い通信インフラの維持・管理方策

本検討では、委員会構成員に加え、検討課題に関連する関係団体や通信事業者にもオブザーバ参加いただきつつ、これまで委員会を計9回開催し、関係者からヒアリングを実施しながら論点整理を行い、報告を取りまとめました。

II. 第三次報告における検討結果（ポイント）

1. 通信ネットワークの本格的なソフトウェア化・仮想化の進展に対応した技術基準の在り方

（1）通信ネットワーク進展シナリオの整理

2030年頃の通信ネットワーク像の実現に向けて、

（ア）電気通信事業者の通信ネットワークにおける仮想化技術等の導入は、その技術開発と共に段階的に進展すること

（イ）これらの技術導入の進展状況に応じてサービス提供形態や通信ネットワークの管理主体が変わっていくこと

などの特徴を「時系列」で4つのモデルに整理しました。

また、このモデルを基に2020年代前半までを見据えた「当面の対応」及びそれ以降の「中長期的な対応」に分け、論点整理と対応策について議論を行いました。

（2）通信ネットワークの責任分界・オープン化の在り方（当面の対応）

今後、クラウドサービスの利用が進展し、電気通信事業者が提供するサービスにおいても、他社のクラウド設備を採用されることが想定されます。こうした状況の中、電気通信事業者が他社のクラウド設備等を利用する場合でも、通信ネットワーク全体として従来と同等の品質を確保するように取り組むことが適当としました（※1）。

※1 具体的には、「情報通信ネットワーク安全・信頼性基準」において所要の改正を行うことを適当とした。

（3）通信ネットワークの安全・信頼性確保の在り方（当面の対応）

仮想化技術の導入により通信ネットワーク全体に占めるソフトウェアの比重が増加し、同一のソフトウェアで様々なシステムが動作するようになることが想定されます。その場合、そのソフトウェアに異常が発生すると同一のソフトウェアを利用するシステムが共倒れするなど、被害が広範囲に及ぶことが懸念されます。検討の結果、交換機の制御等に用いられる重要なソフトウェアについて、その安全・信頼性を確保するため、電気通信事業者がソフトウェアを導入・更新する際に共通的に取り組むべき最低限の項目を整理し、推奨することが適当としました（※1）。

(4) 通信ネットワークの運用・管理の在り方（当面の対応）

通信ネットワークへの仮想化技術等の導入が進展して、通信ネットワークが複雑化・多様化することに伴い、通信障害が起こった場合には、故障箇所や原因特定が困難となり、復旧に長時間を要することが懸念されます。検討した結果、ソフトウェア故障時やクラウド故障時における早期復旧に向けた対応手順について、電気通信事業者が共通的に取り組むべき事項を整理し、推奨することが適当としました（※1）。

(5) 通信ネットワークの本格的なソフトウェア化・仮想化の進展に対応した技術基準等の在り方（中長期的対応）

仮想化技術の本格導入を見据えると、現行の技術基準や電気通信事業法の枠組では十分に対応できなくなる可能性があり、多様な事業形態やサービス形態において提供される「機能」に着目した制度の検討が必要と考えられます。特に、複数の通信事業者にまたがるような、エンド・ツー・エンドのネットワークスライスの実現や、通信ネットワーク機能の外部開放も想定され、こうした状況における通信ネットワーク全体としての品質の確保等が課題となります。検討した結果、仮想化技術等の導入によるイノベーション・新ビジネスの創出の観点も考慮しつつ、仮想化技術の進展や標準化動向及び国内外の電気通信事業者による導入の動向を踏まえながら、引き続き、本委員会において検討を進めていくことが適当としました。

2. 災害に強い通信インフラの維持・管理方策

令和元年房総半島台風等では、固定通信局舎や携帯電話基地局への商用電源の長期的な供給停止を主な原因として、固定電話・携帯電話共に長時間の通信障害が発生したことを踏まえ、商用電源による電力の供給が長時間にわたり停止した場合における通信インフラの維持・管理方策について検討が必要です。検討した結果、より実効的な形で通信事業者における予備電源等の災害対策強化に努めることが適当としました（※2）。

※2 現行制度上、都道府県庁等をカバーする通信設備については、長時間にわたる停電を考慮することが規定されているが、災害時の対応拠点となる役場をカバ

一する基地局などについて、少なくとも24時間の停電に耐えうるための対策に取り組むなど、「情報通信ネットワーク安全・信頼性基準」に追加することが適当とした。

【質疑応答】

○安藤委員 概要P9において、安全・信頼性基準を担保するため、クラウド設備の中まで「電気通信事業者自らが、基準を満たしていることを確認」は、可能でしょうか。

ソフトウェア的に可能なのでしょうか。

○IPネットワーク設備委員会事務局 本件は、電気通信事業者がクラウド事業者とサービス品質保証契約（SLA）を締結する際に、安全・信頼性基準で定める通信品質の担保等について、書面により確認する事などを意図しております。

なお、安全・信頼性基準はガイドライン（推奨基準）であり、電気通信事業者がクラウド設備等の他社設備を利用する際にも、従来と同等の安全・信頼性を担保する事を推奨するものです。

○安藤委員 概要P11において、「旧世代ソフトウェアを保管し復元可能とする」は、PCにおけるOSの機能のようなイメージだが、実際可能なのでしょうか。

○IPネットワーク設備委員会事務局 「旧世代ソフトウェアを保管し復元可能とする」については、現用の通信設備への機能追加や不具合改修に伴うソフトウェアの更新時に、更新ソフトウェアのバグによる故障等が発生した場合に、早期復旧を可能とするため、旧世代のバージョンのソフトウェアをサーバ等に保管し、迅速に復元可能とする措置を講ずる事を意図したものです。

本手法は、既に主要な電気通信事業者では導入、運用されております。例えば、平成30年12月に発生した、ソフトウェア更新作業に起因する重大事故（LTEパケット交換機のソフトウェア異常が主原因）の際には、現用のソフトウェアを旧世代のソフトウェアに一時的に戻す事により復旧したという実例があります。

○知野委員 ネットワーク仮想化技術は、社会に極めて大きな影響を与えると思います。AIをはじめ様々な分野でソフトウェア人材が奪い合いになる中、この分野の質のよい人材をどのように育成、確保していくべきと考えますか。

企業任せだけでなく政府もどのような取り組みをすべきだと考えますか。

○IPネットワーク設備委員会事務局 ネットワーク仮想化の進展に対応した、通信

ネットワークの管理を担うソフトウェア人材の育成は重要であると我々も考えております。

総務省としては、平成29年度から3ヶ年にわたり、「IoTネットワーク運用人材育成事業」を実施し、仮想化技術を活用したネットワーク運用に関する知識・技術を有する人材の育成環境の整備を図っているところです。

また、制度面では通信ネットワークの管理・運用を監督する電気通信主任技術者の資格制度を見直し、ソフトウェア管理に関する試験項目を追加することにより、ソフトウェア技術にも精通した人材の育成・確保に努めて参りたいと考えております（詳細は資料148-2-2「IPネットワーク設備委員会第三次報告」37頁をご参照ください）。

こうした取組等を通じて、ソフトウェア人材の育成等を進めて参りたいと考えております。

【審議結果】

本件について、資料148-2-3の答申案のとおり、答申することとしました。

【今後の行政上の対応について】

○谷脇総合通信基盤局長　この度は、「ネットワークのIP化に対応した電気通信設備に係る技術的条件」のうち、「IoTの普及に対応した電気通信設備に係る技術的条件」につきまして、一部答申を取りまとめいただき、誠にありがとうございました。

この度一部答申を頂きました「IoTの普及に対応した電気通信設備に係る技術的条件」につきましては、通信ネットワークの本格的なソフトウェア化・仮想化の進展に対応した技術基準等の在り方や災害に強い通信インフラの維持・管理方策についてご審議いただいたものであり、今後の多様な通信サービスを安心かつ安定的に利用できる環境の整備に資するものと考えております。

総務省におきましては、この度の一部答申を受けて、速やかに制度整備に取り組んでまいり所存です。

最後に、一部答申の取りまとめに当たりご尽力いただいた、IPネットワーク設備委員会の相田主査をはじめ、IPネットワーク設備委員会の皆様、そして、情報通信技術分科会委員の皆様に、厚く御礼を申し上げます。

今後とも、情報通信行政に対しましてご指導ご鞭撻のほどよろしくお願い申し上げます。

- ③ 「業務用陸上無線通信の高度化等に関する技術的条件」のうち「VHF帯加入者系無線システムの高度化に係る技術的条件」について

【平成25年5月17日付け諮問第2033号】

【陸上無線通信委員会からの説明】

陸上無線通信委員会においてVHF帯加入者系無線システム無線の高度化に係る技術的条件を検討してまいりました。

昨年9月から検討を開始し、「業務用陸上無線通信の高度化等に関する技術的条件」のうち「VHF帯加入者系無線システムの高度化に係る技術的条件」について、委員会を4回、作業班（「VHF帯加入者系無線システム作業班」）を5回開催して検討し、今年2月8日から3月3日まで（25日間）行ったパブリックコメントの提出意見を反映させ、報告書を取りまとめました。

「資料148-3-1」が報告書の概要、「資料148-3-2」が報告書本体でございます。ここでの説明では、本体は大部のため、「資料148-3-1」の概要版を用いて御説明いたします。

（ページ1）

「システムの概要」についてご説明いたします。

現行のVHF帯加入者系無線システムは、臨時回線、山岳部・離島などのルーラルエリア等へ固定電話回線などを提供するため運用しており、現在全国で92局が存在しています。

今般、効率的な周波数の利用の面からデジタル化とともに高度化する技術的条件を検討するものです。

運用シーンとして、図のとおり、加入者電話やアナログ専用線などの固定的運用で一年中サービス提供するもの、山小屋の公衆電話などの期間限定運用するものがあります。

現在運用形態が「固定」を基本に「移動」であることを踏まえ、本システムの検討を行いました。

(ページ2)

ここでは、本システムに求められる高度化技術について御説明します。

最初に前提条件といたしまして、現行システムの運用形態を踏まえ、「50km地点において電話回線（専用線）を3回線及び制御回線を提供可能」ということとしてきました。

求められる技術としては、大きく分けて3つあります。

1つ目は、高出力増幅器などの歪みを補償するなどの技術を適用し、帯域外漏洩電力を抑制する狭帯域化技術でございます。こちらは、256QAMの変調方式に必要なS/Nを確保することによって、幅を広げることなく所要の伝送を実現するものです。

2つ目は、周波数利用効率を高めるため、現行のFDDからTDDを採用するものでございます。これにより、従来電話回線3回線であったものが、4回線まで可能となるものです。

3つ目は、適応変調技術でございます。通信距離が数十kmに渡るため、山間部や海上や見通し外も含まれ、多様な伝搬環境であることから、この環境の状態の変動を吸収できるよう、変調多値数を自動的に変更するものでございます。また、変調多値数を少なくすることにより、フェージングや干渉の耐性の向上にもつながります。

(ページ3)

主な技術的条件について、御説明いたします。

表は、技術的条件をまとめたものでございます。

無線周波数帯については、既存システムと同じ、54～65MHzです。

通信方式がTDD、変調方式が適応変調となりますが、他に特筆すべきものを挙げて説明します。

空中線電力については、20Wから10Wへ、占有周波数帯幅の許容値については、120kHzから110kHzへといずれも減少しています。

表の下から6つ目、5つ目にあります、帯域外領域のスプリアス、スプリアス領

域の不要発射については、既存アナログ 1 W の場合の適用基準に比べ、スプリアスが 100 μ W から 10 μ W 以下へ、不要発射が 50 μ W から 25 μ W 以下へ、いずれも大幅に低減する値となっています。

また、チャンネル漏洩電力については、既存システムのアナログの基準にはなく、今回の高度化にあたって、検討したものとなっています。

(ページ 4)

送信電力スペクトラム特性については、右の図に示す範囲内であること、標準受信入力値としては、提供可能な回線数に応じて値を検討してきたものです。また、見通し外通信や海上伝搬等の場合は、受信入力値を上限 10 dB の変動値を加えて算出することも検討してきました。こちらは、VHF 帯の推定モデルである ITU-R 勧告 P. 18 12-3 を考慮したものです。

また、混信保護値についても変調方式ごとに検討を行ってきました。具体的なシステムの雑音配分について、次の 5 ページ目をご覧ください。

(ページ 6)

共用検討を行う対象システムを御説明します。

対象となる 60 MHz 帯を使用する無線システムは様々ございます。

左に掲げている公共業務用、放送事業用、一般業務用があり、これらは右の図にあるように大きく 3 つのシステムに分かれております。

防災行政無線、固定通信システム、放送局への番組伝送に用いる STL/TTL でございます。

共用検討を行うシステムの主な諸元は 7 ページに掲げるものでございます。

(ページ 7)

運用形態を踏まえ、デジタル、アナログの他、変調方式や、固定局、陸上移動業務の局というように、分けを行い、検討を行ってきました。

(ページ 8)

高度化システムが与干渉の場合の共用計算例です。

離調周波数1MHz、隔離距離50mと仮定し、評価を行った結果です。

伝搬モデルは、VHF帯であることから自由空間ではなく、2波モデル（直接波、反射波）で検討を行ってきました。採用にあたっては、電波伝搬の評価の実験を行い、計算値と実測値が近い値であることを確認しています。

共用検討の表の見方としましては、表の右上にサイトエンジニアリングの3つの適用の1つでも「○」があれば、判定で「○」としています。

サイトエンジニアリングとして、アンテナの偏波面の変更やチャンネルフィルタを適用することにより共用可能とわかりました。

(ページ9)

高度化システムが被干渉の場合の共用計算例です。

離調周波数1MHz、隔離距離50mと仮定し、さらに隔離距離100mから1000mまでの範囲で条件変更し評価を行った結果です。

表の見方といたしましては、表の右上にサイトエンジニアリングの3つ条件変更の中で適用の1つでも「○」があれば、判定で「○」としています。

サイトエンジニアリングとして、アンテナの偏波面の変更やアンテナ方向調整を適用することにより共用可能とわかりました。

(ページ10)

共用条件のまとめです。

上段の表は高度化システムが与干渉の場合で、離調周波数1MHz以上、離隔距離2km以上から20km以上で共用可能というものです。

中段の表はこれをサイトエンジニアリングした場合で、被干渉の全システムに対し離調周波数1MHz以上、離隔距離50m以上で共用可能というものです。

下段の表は高度化システムが被与干渉の場合でサイトエンジニアリングすると、離調周波数1MHz以上、離隔距離100m以上から最大1000m以上で共用可能というものです。

これらのことから、高度化システムが与干渉、被干渉とともに必要な場合、サイトエンジニアリングにより、運用で回避することができるため、共用可能と考えます。

(ページ 1 1)

近接波妨害特性について、広帯域と狭帯域の差異があるか、検証機を用いて比較確認を行いました。

機器の入力の許容値を超えるため、一部測定不可の部分がありますが、ほぼ狭帯域デジタルの近接波妨害基準特性曲線上にあることから、曲線の変更は不要と考えます。

(ページ 1 2)

相互変調特性について、広帯域と狭帯域の差異があるか、検証機を用いて比較確認を行いました。

希望波が高度化システムの場合、相互変調特性から高度化システムの変調方式毎に補正が必要ということになりました。

下の左の図の見方といたしましては、検証機の実測を行った64QAMを赤線での補正曲線としております。この曲線から変調方式のC/Iの差分を考慮した補正局線となっています。

結果として16QAM変調である黒の点線と緑の実線から比べ、高度化システムのQPSK変調は6.9dBプラスに補正し、64QAM、256QAMはマイナスに補正することとなるものです。

希望波が防災行政無線（デジタル）、妨害波が高度化システムの場合、下の右の図に示すように、既存の狭帯域デジタルの相互変調基準特性よりも8dB程度の改善が見られました。これは、希望波が妨害波よりも狭帯域であるため、妨害波の相互変調歪の周波数拡散による改善効果と考えられます。

上の枠において点線で囲んでいるとおり、希望波が防災行政無線（デジタル）の装置として、機器のサンプルが単一メーカーの単一装置による結果であり、更なる精査が必要というものでした。

その他の組合せは、相互変調特性の改善は見られませんでした。

(ページ 1 3)

高度化システムのチャンネル配置を参考として示すものでございます。

上の図は、54～65MHzにおける現行システムのチャネル配置を、下の図が高度化システムのチャネル配置を示すもので、①から⑤までの帯域の中で使用するものです。他の無線システムは、上の図の①から⑤までのすき間を使用する形態になっている状況です。

以上が本報告書の内容となっております。御審議をお願い致します。

【質疑応答】

- 根本委員 基本的に問題ないのだと思いますが、8、9ページにある表では、サイトエンジニアリングにより共有可能であることが示されていますが、サイトエンジニアリングの実装に対するロバストネスはどうなっているのか、教えていただけますか。
- 陸上無線通信委員会事務局 事前に近接の周波数帯の使用の有無を確認しての置局を前提とするもので、サイトエンジニアリング対策が必要となった場合には、離隔距離の確保と減衰量の確保をすることになります。
離隔距離につきましては、固定的に設置して運用する無線局でございますため、継続的に確保されます。
フィルタの減衰量につきましては、無給電の受動素子フィルタを活用するため、長期間の運用にも継続的に確保されます。
以上のことから、事前の確認と、サイトエンジニアリング対策により安定的に運用が可能でございます。
- 根本委員 質問の意味を取り違えているのではないかと思います。表を見ますと、可能かどうかはサイトエンジニアリング対策にかかっているというように見えます。そのサイトエンジニアリングが不完全に実装される場合というのは考えられないのでしょうか。例えば地震などによって、設定が変わってしまうというような心配はないのでしょうか。もしそのようなことがありうるのであれば、それでもある程度は使えるような仕様になっていると考えてよいのでしょうか。(つまり、サイトエンジニアリング対策に依存することは、レジリアンスの観点でウイークポイントにならないのか、という質問です。)
- 陸上無線通信委員会事務局 サイトエンジニアリングについてはフィルタとアン

テナ（偏波面・方向調整）を想定しており、フィルタは受動素子のため外因による変動はなく、無線局とアンテナは、保守者の他に容易に立ち入ることができない場所に設置しておりますため、設定が変わるようなことはございません。

地震等によりアンテナ（偏波面・方向調整）がサイトエンジニアリングの結果を確保できない場合は、現地もしくは遠隔操作により停波することで混信回避が可能です。停波中の通信回線提供においては、事業者が別の周波数帯の移動局や臨時災害局（※）を開設し別の手段により通信を確保するために万全な対策を行うこととなっております。

※ 400MHz帯災害対策用可搬型無線システム、衛星通信 等

○伊丹委員 TDDによる周波数利用効率の向上はどのように行なわれているのでしょうか。

○陸上無線通信委員会事務局 現行システムでは、1ルート（対向）上り下り各120kHz、計【240kHz】を使用しておりました。

TDD方式とすることで、上り下りを送受1：1の比率で【110kHz】だけで通信可能となります。

このことから約2倍の効率向上となります。

例えば、（現行）2c h 3回線から（高度化）1c h 4回線へとなる場合、2倍以上の効率化となります。

【審議結果】

本件について、資料148-3-3の答申案のとおり、答申することとしました。

【今後の行政上の対応について】

○谷脇総合通信基盤局長 この度は、「業務用陸上無線通信の高度化等に関する技術的条件」のうち「VHF帯加入者系無線システムの高度化に係る技術的条件」につきまして、一部答申を取りまとめいただき、誠にありがとうございました。

VHF帯加入者系無線システムは、山岳地域・離島などのルーラル地域や、山小屋と交換局の間における固定電話回線の提供に利用されており、今後もその必要性が認められるものでございます。一方で、現行システムはアナログであり、周波数の効

率的利用の実現にデジタル化が望まれておりました。

この度一部答申を頂きました「VHF帯加入者系無線システムの高度化に係る技術的条件」は、デジタル化のみならず狭帯域化技術、時分割複信方式、適応変調技術を導入し、周波数の効率的利用の実現に資するものと考えております。

総務省におきましては、この度の一部答申を受けて、速やかに制度整備に取り組んでまいり所存です。

最後に、一部答申の取りまとめに当たりご尽力いただいた、陸上無線通信委員会の安藤主査、VHF帯加入者系無線システム作業班の前原主任をはじめ、陸上無線通信委員会及び作業班の皆様、そして、情報通信技術分科会委員の皆様に、厚く御礼を申し上げます。

今後とも、情報通信行政に対しましてご指導ご鞭撻のほどよろしくお願い申し上げます。

- ④ 「新世代モバイル通信システムの技術的条件」のうち「第5世代移動通信システム（5G）及びBWAの高度化に関する技術的条件」について

【平成28年10月12日付け諮問第2038号】

【新世代モバイル通信システム委員会からの説明】

新世代モバイル通信システム委員会において、平成30年12月から、4GやBWAで使用されている周波数帯を5Gとしても利用可能とするべく、他システムとの共用検討や技術的条件の検討を行っており、その結果をとりまとめた委員会報告の概要を資料148-4-1、委員会報告を148-4-2としてお示しします。

以下、資料148-4-1 委員会報告 概要に沿って説明します。

(1 ページ)

- 概要版資料の構成として、
 - 1 点目 検討の背景
 - 2 点目 既存バンドの5G化等の検討
 - 3 点目 既存バンドの5G化の技術的条件

4 点目 周波数指定及び定期検査の課題に対する検討
の順でとりまとめを行いました。

(2 ページ)

- 3 ページから 6 ページにかけて、委員会において検討を行なった背景を示します。

(3 ページ)

- 現在携帯電話で使用されている周波数を示しております。このうち、700MHz帯から3.5GHz帯までが4G用として割当てられており、これらの周波数帯において、昨年4月に5G用周波数として割当てられた3.7GHz帯、4.5GHz帯及び28GHz帯と同様に5Gでの利用ニーズが顕在化しているところです。

(4 ページ)

- 既存バンドの5G化の具体的なニーズとして、今後の5Gの展開にあたり、既存バンドを5G化することで、広範囲な5Gエリアを形成することができ、広域で高信頼性・超低遅延が実現され、様々な分野の地域産業において5Gの利活用が加速することが期待されているところです。

(5 ページ)

- 既存バンドの5G化と関係するものとして、委員会において検討したその他の事項として、5Gにおける周波数指定の課題と定期検査の課題を記載しております。
- 周波数指定の課題としては、現行の無線局免許制度では、基本的には、割当周波数の中心を中心周波数として指定して免許を付与しているところです。
- 5Gでは、配置可能な周波数であるチャンネルラスタが15kHz若しくは60kHzの整数倍となるため、割当周波数の中心とチャンネルラスタが一致しない場合があります。その場合、免許時に割当周波数の中心からはずれた周波数を指定しています。
- 具体的な例としては、3600～3700MHzの帯域の免許においては、中心周波数をチャンネルラスタがある3650.01MHzとし、占有周波数帯幅を帯域内に収まるように

99.98MHzとして指定していますが、現行のままであると、今後、国際規格を満たした機器であっても国内では利用できない可能性があるため、周波数指定の課題として検討を実施しました。

- 5G基地局の定期検査の課題としては、5G基地局においては、携帯電話事業者や基地局ベンダーから、GPS等の外部からの信号を取り込むことにより同一周波数を生成する機能を有していること、常時遠隔から基地局の状態を監視することができるなど、機能の高度化が図られていることから、定期検査における電氣的特性の測定を省略できないかとの提案がありました。
- また、5G基地局のうち、空中線と送信装置が一体となったアクティブアレイアンテナを用いるものにおいては、空中線の小型化にともない、物理的に測定端子を設けることできないという状況にあります。
- こうした状況の下、5G基地局の工事設計認証の取得に際しては、OTAにより測定していますが、実運用後の定期検査においては、OTAでは外来波の影響により正しく測定することができないという課題があることから、定期検査の見直しについて検討を実施しました。

(6ページ)

- 5Gの国際標準化動向として、ITUでは、2017年11月に、13の技術性能要件の項目と要求値、評価環境をまとめたITU-R報告M.2410とITU-R報告M.2412が承認されており、IMT-2020無線インターフェースについては、2020年に勧告化が予定されています。
- 更に、昨年、世界無線通信会議が開催され、IMT用の追加周波数帯として、24.25～27.5GHz、37～43.5GHz、66～71GHzの周波数帯がグローバル特定されるとともに、45.5～47GHz、47.2～48.2GHzが一部の地域等に特定されたところです。
- また、3GPPでは、5Gの全ての技術性能要件検討に対応した仕様がリリース16として策定される予定であり、5Gに関する標準化活動が最終段階になってきております。

(7ページ)

- 8ページから12ページにかけて、既存バンドの5G化に関する検討を示します。

(8ページ、9ページ)

- 既存バンドの5G化においては、4G(LTE Advanced)の最大空中線電力や不要発射強度などの規定値の範囲内であることから、既存システムとの共用検討は基本的に不要となります。
- しかしながら、2.5GHz帯や3.4/3.5GHz帯において、アクティブアンテナを導入する場合には、空中線の指向特性が動的に変化することから、ビームフォーミングを考慮した既存システムとの共用検討が必要になります。

(10ページ)

- 3.4/3.5GHz帯にアクティブアンテナを導入した場合について、過去の情報通信審議会の評価手法や評価結果を踏まえて検討を行った結果、事業者間協議により共用可能との結論となりました。

(11ページ)

- 2.5GHz帯にアクティブアンテナを導入した場合、ビームパターンやスプリアス発射の許容値が変わることから、それらのパラメータを用いて既存システムとの共用検討を実施しました。その結果、所要改善量は、減少若しくは僅かな増加にとどまることから、従来の検討結果と同様に共用可能との結論となりました。

(12ページ)

- 既存バンドの5G化にあたってのユーザーの保護方策についても意見交換を行ないました。
- 5Gの特長のひとつである超高速通信は、帯域幅の広い3.7/4.5/28GHz帯を用いることで実現するため、既存バンドを5G化しても3.7/4.5/28GHz帯と組み合わせ使用しない場合、通信速度が従来の4Gと同等程度になります。そのため、ユーザーが性能を誤認しないよう配慮する必要があり、ユーザーがどの程度の最大通信速度がでるのか把握することができるように、エリア別のマップやリストを公表するなど、適正な手段をもってユーザー保護努めて行くことが望ましいとしております。

- また、携帯電話事業者は、スマートフォン等におけるピクト表示を、通信中は5Gで通信を行っている場合のみ5Gピクトを表示させる方向で検討しているとの報告がありました。

(13ページ)

- 14ページから16ページにかけて、既存バンドの5G化の技術的条件を示します。

(14ページ)

- FDD方式を用いる周波数帯の5G化の技術的条件を示しております。3GPPで規定されている仕様を、技術的条件として規定することとしました。

(15ページ)

- TDD方式を用いる周波数帯の5G化の技術的条件を示しております。
- 既に規定されている5Gの技術的条件に、3.5GHz帯を追加するとともに、3GPPの現行の仕様を反映させる修正(BPSK(二位相偏移変調)方式の追加等)を行うこととしました。

(16ページ)

- BWAの5G化の技術的条件を示しております。3GPPで規定されている仕様を、技術的条件として規定することとしました。
- なお、既存BWAについて、BWAの5G化の技術的条件と整合を取るため、スペクトラムマスクの値を一部変更することとしました。

(17ページ)

- 18ページから19ページにかけて、免許における周波数指定の課題と定期検査の課題に関する検討を示します。

(18ページ)

- 現行の免許における周波数の指定方法では、5Gについて、割当周波数の中心周波数を適切に指定することができない場合があります。

- そのため、今後、実際に発射されるキャリアでなく、「割当周波数の中心」を指定できるようにする、若しくは「下限から上限まで」を指定できるようにするなど、周波数指定についての見直しが必要であるという結論としております。

(19ページ)

- 5G基地局には、GPS等の外部信号を参照して同一周波数を生成する機能を有していること、常時遠隔から状態を監視することができるなど、基地局が正常に動作していることを確保・監視できる仕組み等を踏まえ、今後さらに検討を深めて行くことが望ましいという結論としております。
- 免許における周波数指定の課題と定期検査の課題については、本報告書での提言を踏まえ、総務省で制度的手当等の検討を進める予定と聞いております。

【質疑応答】

- 根本委員 概要の中には、今後さらに検討が必要という項目がありますが、答申書でそれに該当する記述が見当たりません。今後の検討事項について、答申書ではどのような位置付けになっているのでしょうか。
- 新世代モバイル通信システム委員会事務局 委員会報告では、定期検査の課題に関する検討の部分で、「今後さらに検討を深めていくことが望ましいと考えられる。」という形で結んでいます。本委員会報告に関する答申を頂いた際には、今後、総務省において、5G等の高度化された陸上無線システムに対する定期検査のあり方等について検討を行っていく予定です。
- 安藤委員 概要P4の、「全国役98%の10km四方」は、人口カバー率か面積カバー率か、説明がほしいです。

P11における共用検討結果中、次期基地局（WiMAX方式）の「最大パターン、平均パターン」の言葉の定義が不明。54.9dBとは2.5GHz帯で実現可能な大きさでしょうか。図示のパターンは。

P18について、(報告書も含めて)、NRの正式名称が見当たりません。
- 新世代モバイル通信システム委員会事務局 概要の4ページ目に記載しております「全国の約98%の10km四方のメッシュ」の記載の部分は、全国を10kmのメッシュ

に区切り、そのうち98%のメッシュに5G高度特定基地局がそれぞれ1局以上整備されるという主旨になります。

アクティブアンテナのビームパターンは動的に変化することから、その変動を考慮した検討を行うために、基地局のビームパターンの瞬時毎の変動に対して統計処理を行い、2つのビームパターンをモデル化しました。最大パターンは瞬時毎の空中線指向特性の最大値によりモデル化したもので、平均パターンは瞬時毎の空中線指向特性の平均値によりモデル化したものです。

概要及び報告書においても、上記の説明を追加しました。(概要P11、報告書P25-26)

P11の「共用検討結果」の表に記載している値は所要改善量を示しておりますが、不明瞭だったため、「共用検討結果(所要改善量)」と修正を行いました(概要P11、報告書P25-26)。

また、平成26年に導入された高度化BWAにおいても、WiMAX方式基地局との所要改善量が49.7dB必要(従来検討における値を参照)となっておりますが、周波数離調を設け、サイトエンジニアリングの実施等により共用ができており、同様に、次期基地局の最大パターン(右上の図の青のアンテナパターン)所要改善量54.9dBにおいても、共用は現実的に可能と考えられます。

平成30年7月31日に一部答申を頂いた新世代モバイル通信システム委員会報告と並びをとり、NRの正式名称(New Radio)を、国際標準化動向の部分(概要P6、報告書P11)に記載しました。

○安藤委員 「全国の約98%の10km四方のメッシュ」の記載部分について、以下のとおり表現を整理してはどうでしょうか？

概要の4ページ目「全国を区切る10km四方メッシュのうち約98%のメッシュで5G高度特定基地局が整備される」

○新世代モバイル通信システム委員会事務局 ご指摘のとおり概要P4を修正しました。また、併せて報告書P4も修正しました。

○知野委員 4Gと5Gが混在することになりますが、それによって消費者に誤解を与えたり、混乱を起こしたりする可能性があるのではないかと思います。消費者にどのように伝えていくか、民間と政府の役割についてどのようにお考えでしょう

か。

○新世代モバイル通信システム委員会 概要P12や、報告書P18にも記載しておりますように、携帯事業者に対して5Gで通信可能なエリアをマップやリストとして公表する等により、5Gエリアをユーザーに対して周知し、ユーザー保護に努めていくことを求めています。総務省としましては、携帯電話事業者が、4Gエリアと5Gエリアについて適切な手段を持ってユーザーに周知するように携帯事業者を指導してまいります。

【審議結果】

本件について、資料148-4-1について別添1、資料148-4-2について別添2のとおりそれぞれ一部修正した上で、資料148-4-3の答申案のとおり、答申することとしました。

※ 別添1及び別添2は、議事録の後に添付。

また、答申にあたって、以下のコメントがありました。

○森川委員 5Gや6Gに向けては、ソフトウェアが重要になります。我が国では、通信と情報との間に距離があるので、情報系の人材を意識して5G/6G分野に取り込む試みが大切であると考えています。5G/6Gでゲームチェンジが起きうる可能性の一つがソフトウェアであるためです。AI系の企業などを、5G/6Gのこちら側に意識して取り込むような試みをあわせてお願いしたい。

【今後の行政上の対応について】

○谷脇総合通信基盤局長 この度は、「新世代モバイル通信システムの技術的条件」のうち「第5世代移動通信システム（5G）及びBWAの高度化に関する技術的条件」につきまして、一部答申を取りまとめいただき、誠にありがとうございました。

5Gは、「超高速」、「高信頼・超低遅延」、「多数同時接続」といった技術的な特徴を活かして、様々な産業への応用や地域の課題解決する切り札として期待されており、速やかな全国への展開が求められています。

この度一部答申を頂きました「第5世代移動通信システム（5G）及びBWAの高度化に関する技術的条件」は、現在4GやBWAで使用されている周波数帯を5

Gとしても使用することを可能とするものであり、5Gの広域なエリアカバーを実現し、様々な産業での5Gの利活用の加速に資するものと考えております。

総務省におきましては、この度の一部答申を受けて、速やかに制度整備に取り組んでまいり所存です。

最後に、一部答申の取りまとめに当たりご尽力いただいた、新世代モバイル通信システム委員会の森川主査、技術検討作業班の三瓶主任をはじめ、新世代モバイル通信システム委員会及び作業班の皆様、そして、情報通信技術分科会委員の皆様に、厚く御礼を申し上げます。

今後とも、情報通信行政に対しましてご指導ご鞭撻のほどよろしくお願い申し上げます。

- ⑤ 「新世代モバイル通信システムの技術的条件」のうち「携帯電話を無人航空機等（ドローン等）に搭載して上空で利用する場合の技術的条件」について

【平成28年10月12日付け諮問第2038号】

【新世代モバイル通信システム委員会からの説明】

新世代モバイル通信システム委員会において、令和元年6月から、携帯電話を無人航空機等（ドローン等）に搭載して、上空で利用する場合の他システムとの共用検討や技術的条件の検討を行っており、その結果をとりまとめた委員会報告の概要を資料148-5-1、委員会報告を148-5-2としてお示しします。

以下、資料148-5-1 委員会報告 概要に沿って説明します。

(1 ページ)

- 概要版資料の構成として、
 - 1 点目 携帯電話の上空利用の概要
 - 2 点目 上空利用に向けた共用検討
 - 3 点目 技術的条件の方向性
 - 4 点目 携帯電話の上空利用の技術的条件
- の順でとりまとめを行いました。

(2 ページ)

- 3 ページから 7 ページにかけて、携帯電話の上空利用の概要を示します。

(3 ページ)

- 近年、カバーエリアが広い携帯電話システムを、ドローン等に搭載してドローンの制御や、画像・データ伝送等に活用したいというニーズが高まっているところでは。
- その一方で、携帯電話システムは地上での利用を前提にエリア構築がなされており、上空で携帯電話を利用すると地上の携帯電話に対して混信を与える恐れがあります。

(4 ページ)

- 近年の携帯電話の上空利用のニーズと、地上の携帯電話に対する混信の懸念を踏まえ、総務省は、平成27年に、上空で携帯電話を利用した場合における、携帯電話網に対する影響等について検討を行いました。
- 検討結果を踏まえ、平成28年7月には、地上の携帯電話に影響を及ぼさないように、上空で利用する携帯電話の台数を監理して使用を認める、「実用化試験局制度」が導入されましたが、実用化試験局制度では、利用可能になるまでに事前準備も含めて通算2ヶ月ほどの期間がかかっており、手続きの簡素化や期間の短縮が求められているところです。

(5 ページ)

- 携帯電話の上空利用のニーズが国際的にも高まっていることから、携帯電話の上空利用に向けた標準化が2018年6月に、3GPPにおいて行われました。
- 標準化された機能は3つありまして、1つ目が、地上の携帯電話システムに影響を与えないように、上空で利用する端末の送信電力を制限する「送信電力制御機能」、2つ目が、ドローン等の航路情報を端末から基地局に通知する機能、3つ目が、上空で利用されている端末を基地局が識別するための機能であり、いずれも、必要に応じて実装することができる、オプション機能となっております。

(6 ページ)

- 携帯電話システムの特長としまして、高速通信が可能、カバーエリアが広いという点があり、これらの特長を生かしたドローンのユースケースとして、主に農業分野、点検分野、物流分野での利用が挙げられます。
- いずれも、携帯電話システムであれば、広範囲での通信が可能であるという点を生かしたユースケースになり、これらのほかにも、測量分野、警備分野、防災分野での活用が期待されているところです。

(7 ページ)

- 3GPPで標準化された機能のうち、上空で利用する端末の送信電力を制限する送信電力制御機能を導入すれば、地上の携帯電話への影響を一定程度低減させることが可能です。
- 送信電力制御機能が導入された場合における、携帯電話の上空利用のサービスイメージとしまして、ドローン等の利用希望者は、携帯電話事業者に対して、インターネット等を通じて上空利用の申請を行います。その際、携帯電話網に対する干渉を計算できるように、飛行場所、高度、日時、飛行台数等の情報を提出してもらいます。
- 申請を受けた携帯事業者は、利用希望者からの情報に基づき、携帯電話システムへの干渉計算を行い、影響がない場合には、利用希望者に対して利用許可を通知し、影響がある場合には、利用不可の通知を行います。
- 最後に、上空で利用することとなった端末に対して送信電力制御を行い、地上の携帯電話への影響を抑えるようにすることで、地上の携帯電話と共存しつつ、携帯電話の上空利用を円滑に行うことができるようになります。

(8 ページ)

- 9ページから20ページにかけて、携帯電話の上空利用の概要を示します。

(9 ページ)

- 携帯電話システムはもともと、通信距離に応じて、端末の送信電力を制御する

機能があり、通信距離が近い場合には端末の電力を小さくし、通信距離が遠い場合には、端末の電力を大きくするようになっています。

- この電力制御は、地上において障害物が存在する中での通信を想定しており、上空に存在する端末にそのまま適用すると、必要以上に送信電力が大きくなり、見通しのある周辺基地局への干渉が増大することになります。
- 3GPPで標準化された送信電力制御は、上空の端末に対して、地上の端末と異なる送信電力制御を行うことができるようにしたもので、これにより、上空の端末の送信電力を最適な値に制御することができるようになります。
- この最適な送信電力制御をかけた上空端末が携帯電話網へ与える影響について、検討を行いました。

(10ページ)

- 携帯電話網への干渉検討の評価手法を示しております。シミュレーションモデルとして、正規配置された19個のセルのなかに、携帯電話が855台ランダムに配置されており、そのうちの一部の携帯電話がドローンに搭載された場合における携帯電話網への干渉量の増加を評価しました。

(11ページ)

- 800MHz帯における携帯電話網への干渉影響について評価した結果になります。左上のグラフが都会、左下のグラフが地方都市、右上のグラフがルーラル地域における干渉影響結果となります。
- グラフの見方として、
 - ・点線に四角のグラフが、地上端末向けの従来の送信電力制御を行ったドローンによる干渉影響、
 - ・実線に丸のグラフが、上空端末向けの適切な送信電力制御を行ったドローンによる干渉影響となっております。
- それぞれ、ドローンの高度が3m、30m、75m、150mの場合における影響を検討しました。上空で利用する端末が存在しない場合の干渉量を0デシベルとし、上空端末の割合に応じて干渉増加量がどのようになるか確認したところ、都会の

場合、従来の送信電力制御では、高度3mであっても1デシベル程度干渉量が増加し、高度75mの場合には、4デシベル以上増加する結果となりました。

- それに対して、適切な送信電力制御を行った場合には、高度3mではドローンが存在しない場合よりも干渉量は低くなっており、高度75mの場合でも干渉増加量は1デシベル程度という結果となりました。
- 同様に、地方都市、ルーラルにおいても、適切な送信電力制御を行った場合は、従来の送信電力制御に比べ、干渉影響を一定以下に抑えることが可能という結果になっております。

(12～14ページ)

- 12ページから14ページにかけて、2GHz帯から3.5GHz帯までの干渉検討結果を示しておりますが、いずれも同様な結果となっているところです。

(15ページ)

- 11～14ページの検討により、適切な送信電力制御を行った場合、携帯電話網への干渉影響はほとんど解消できるという結果となりましたが、高度が高い場合には、上空端末の数が増加するにつれて、干渉量が若干増加する傾向が見られます。
- そのため、高度を上げた場合の干渉量の増加を改善するために、上空端末の送信電力制御の初期値(P0)の設定をより小さくして検討を行いました。
- 2GHz帯、ルーラル地域、高度150mの場合において、電力制御の初期値を-95dBmとした場合、干渉影響をほとんど解消できることが分かります。
- なお、電力制御の初期値を下げると、上空端末のスループットが下がることになるため、干渉影響とドローンのサービス品質はトレードオフの関係になります。

(16ページ)

- 基地局と携帯電話端末が同じ周波数を交互に使用するTDD方式では、ドローンに搭載した端末の電波が、遠くまで伝搬した場合、電波の伝搬遅延が生じることで、遠方の端末に対して干渉を与える可能性があります(遠方補足問題)。

(17ページ)

- 遠方捕捉問題について干渉検討を行ったところ、上空に存在するTDD方式の端末は、6 km離れた端末に対して、2 dB以上の所要改善量を残す結果となりました。
- これらを踏まえ、TDD方式を用いる2.5GHz帯及び3.4/3.5GHz帯については、遠方捕捉問題を解消する方策を議論したうえで、上空利用が可能かどうか判断することが望ましいという結論としております。

(18ページ)

- 上空端末から他システムに与える干渉の考え方と、共用検討が必要となる他業務を示しております。過去の情報通信審議会における携帯電話と他システムとの共用検討において、移動局は地上高1.5mで電波を発射する前提で共用検討を行なっていましたが、新たに移動局が最高高度150mで電波発射するという前提のもとで共用検討を行いました。

(19ページ)

- 共用検討を行った他システムを一覧で示しております。過去の情報通信審議会の検討を基に、システム毎に、検討手法、パラメータ、アンテナ特性が異なるため、それぞれのシステムに応じた検討を行いました。

(20ページ)

- 他システムとの共用検討の結果、700MHz帯と隣接しているTV受信業務、1.5GHz帯と隣接している電波天文業務、3.4/3.5GHz帯と同一周波数の固定衛星業務の地球局については、携帯電話の上空利用を、慎重に取り扱う必要があるという結果となりましたが、それ以外のシステムについては、携帯電話を上空で使用した場合でも共用可能という結果が得られました。

(21ページ)

- 22ページに携帯電話の上空利用に関する技術的条件の方向性を示します。

(22ページ)

- 携帯電話事業者から上空利用で用いる周波数について意見を求めたところ、800MHz帯、900MHz帯、1.7GHz帯、2GHz帯を上空で利用したいとの意見がありました。
- これらの意見と、9ページから20ページまでの共用検討の結果を踏まえ、技術的条件の方向性として、
 - ・ 上空で利用可能な周波数を、800MHz帯、900MHz帯、1.7GHz帯、2GHz帯に限定
 - ・ 上空で利用する場合は、地表からの高度150m以下に限定
 - ・ 上空で利用する端末は、上空利用向けの適切な送信電力制御機能を有することを新たにFDD-LTEの技術的条件に加えることとしたところです。

(23ページ)

- 24ページに技術的条件を示します。

(24ページ)

- 表中の赤字の箇所が、追加した技術的条件となります。
- 周波数帯の技術的条件として、上空で利用可能な周波数と高度を限定し、送信電力制御の技術的条件として、上空で利用する移動局については、上空利用向けの適切な送信電力制御を行う旨を追加しました。

【質疑応答等】

- 根本委員 Web上で可能な限り簡単に申請が行えるようにするというのは、技術的条件からは理解できることですが、ドローンの運用には他の要因も多くあるため、これだけで決定できるものでもないように思います。つまり、申請・許可と技術的な要件とは別の案件であるように思いますが、そのあたりはどのような取り扱いになっているのでしょうか。
- 新世代モバイル通信システム委員会事務局 今回、委員会において、携帯電話を上空で利用するための電波に係る技術的条件をとりまとめました。

上記に加え、本技術的条件を踏まえた無線局免許手続等の制度整備の方向性として、Web申請による携帯電波を上空で使用するに関する「申請・許可」についても記載したところであり、本委員会報告に関する答申を頂いた際には、総務省

において、上記のWeb申請が可能となるように無線局免許制度に関する制度整備も行う予定です。

なお、ドローンの運用に際して、航空法等に基づく所要の手続き（夜間飛行の申請等）を行う必要がある場合は、利用希望者自身がそれらの手続きも別途行う必要があります。

電波法に基づく携帯事業者へのWeb申請・許可とは別に、航空法を遵守し、必要に応じて別途申請等手続きを行う必要があるということについては、総務省における制度整備後、携帯事業者とも連携しつつ、周知啓発を行って参ります。

○根本委員 Web上で申請・許可が行われること自体に対して質問しているのではなく、簡単に許可が取れば良いというものではないのではないかと。ドローンの使用は市民のプライバシーにも大きく関わってくる可能性があるものですので、簡単に申請が行えるという記述だけでは、その運用に大変不安が残ります。

○新世代モバイル通信システム委員会 今回、ドローン等で携帯電話を使用することに関する無線局免許制度における技術的条件について検討したところであり、申請・許可という記述も、あくまで無線局免許制度におけるものになります。

ご指摘頂きました、ドローンの運用におけるプライバシー等に関するご懸念につきましては、総務省としましても、平成27年に「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」の公表等により、適切なドローンの使用について求めているところであり、今後とも、国交省等を含めた関係機関と連携しつつ、適切な対応を行ってまいります。

○根本委員 携帯電話を無人航空機等(ドローン等)に搭載して上空で利用する場合の技術的条件に関して、みなさん「簡単にする」ということだけが強調されていることに不安感をもっていらっしゃるのではないかと思います。電波的な技術によって安全性や質の担保ができれば、すべての使用において安全であるということにはなりません。他のことに起因する問題があるにもかかわらず利用許可が簡単に下りるのでは困ると思うのですが、それはどのように担保されているのでしょうか。

○新世代モバイル通信システム委員会事務局 電波的な技術の安全性の担保が取れているだけでは、ドローンを運航させるための全ての安全性が確保されるわけではないとのこと、そのとおりでございます。

従来よりドローンの利用にあたっては、

- ・航空法
- ・小型無人機等飛行禁止法
- ・電波法

等、様々な法律により、その運用に関する規制が行われております。

また、更なる安全性の確保の観点から、今後、ドローンの登録制度や識別のあり方について、内閣府、国土交通省等において、検討が進められているところでございます。

そのなかで、電波法において、携帯電話を用いたドローンについては利用希望者が携帯電話事業者と相談してから無線局の免許取得まで2か月程度要していることについて、期間の短縮・手続きの簡素化が望まれており、規制改革実施計画（令和元年6月21日閣議決定）においても、電波法に基づく規制の緩和として、携帯電話を用いたドローンについては、ウェブサイト経由等で携帯電話事業者に申請することで飛行可能とできるようにすることが求められているところでございます。

今回の委員会における検討は、前述の様々な制度におけるドローンへの規律があり、また、今後も検討されていくなかで、あくまで、電波法における規制に関する部分について行ったものでございます。

電波法以外の法律に基づく規制につきましてはそれぞれの法律の下で遵守する必要があり、電波法以外の法律で要件を満たさない項目がある場合には、その法律において運用の許可がおりないものと考えます。

総務省としましては、今回の技術的条件を踏まえた電波法関連の制度改正をもって、「ドローンが無規制で簡単に飛行可能となる」との誤解を与えないよう携帯電話をドローンで利用することを希望する方に対して、電波法に基づく必要な手続きを適切に踏まえることはもちろんのこと、航空法や小型無人機等飛行禁止法に基づく規律、手続き等に則る必要があることなど、国交省等関係省庁や携帯事業者とも連携しつつ、ドローンの運用における様々な規制が遵守されるように周知啓発を行って参ります。

○安藤委員 概要P18では、ドローンの最高飛行高度を150m以下として検討しているが、干渉計算では重要な前提であるので、航空法の観点も含めて、より最初

の部分に明記すべきではないでしょうか。

概要P10に現れるISD（基地局間距離）の言葉の定義を明記すべきではないでしょうか。報告書にはありますが。

○新世代モバイル通信システム委員会事務局　ご指摘を踏まえ、「無人航空機は高度150m以下で、空港・人口集中地区等を除く空域であれば、航空法上、申請を行わずとも利用可能であり、様々な分野での利用拡大が期待されている」旨の文言を、概要及び報告書の冒頭（報告書、概要ともP3）に追記しました。

また、報告書P25、概要P18に、「今回の検討では、ドローンの最高飛行高度を150mとしたうえで共用検討を実施。」という文言を追加しました。

○安藤先生　「概要P10に現れるISD（基地局間距離）の言葉の定義を明記すべきではないでしょうか。報告書にはあるが。」の部分について、拝受した新しい概要P10では、修正が見当たりません。

○新世代モバイル通信システム委員会事務局　申し訳ございません。表外（下）に「ISD：Inter-Site-Distance（基地局間距離）」の文言を追加したのですが分かりにくかったため、「地域特性」部分と追加した文言にそれぞれ※マークをつける修正を行いました。

○知野委員　手続きを可能な限り簡単にするということですが、質や安全性が担保されるかどうか気になります。どのようにすれば担保できるとお考えでしょうか。

○新世代モバイル通信システム委員会　ドローン等利用希望者が携帯電話事業者に対して、ドローンでの携帯電話の利用申請を行う際に、飛行場所、高度、日時、台数等の情報を提出させることで、その情報に基づき、飛行可能なエリアを携帯事業者が判断することを想定しております。そのため、携帯電話の圏外エリアで運用するなど、電波的な技術によって安全性や質の担保ができない場合には、利用許可が下りないものと考えます。

そのほか、電波的な観点以外での安全性については、国交省等を含めた関係機関と連携しつつ、適切な対応を行ってまいります。

【審議結果】

本件について、資料148－5－1について別添3、資料148－5－2について別添4

のとおりそれぞれ一部修正した上で、資料148-5-3の答申案のとおり、答申することとしました。

※ 別添3及び別添4は、議事録の後に添付。

【今後の行政上の対応について】

○谷脇総合通信基盤局長 この度は、「新世代モバイル通信システムの技術的条件」のうち「携帯電話を無人航空機等(ドローン等)に搭載して上空で利用する場合の技術的条件」につきまして、一部答申を取りまとめいただき、誠にありがとうございました。

ドローンの活用分野の拡大と共に、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、ドローンの制御や画像・データ伝送等に利用したいというニーズが高まっています。

一方で、携帯電話システムは、携帯電話が陸上で利用されることを前提としており、携帯電話を上空で利用すると、地上で使われている他の携帯電話や、近くの周波数を使用する他のシステムに対して混信を与える恐れがあります。

この度一部答申を頂きました「携帯電話を無人航空機等(ドローン等)に搭載して上空で利用する場合の技術的条件」は、地上で使われている携帯電話や他システムに対して影響を与えずに、携帯電話をドローンに搭載し上空で利用することを可能とするものであり、円滑な携帯電話の上空利用、ひいては、ドローンの活用拡大にも資するものと考えております。

総務省におきましては、この度の一部答申を受けて、速やかに制度整備に取り組んでまいり所存です。

最後に、一部答申の取りまとめに当たりご尽力いただいた、新世代モバイル通信システム委員会の森川主査、上空利用検討作業班の山尾主任をはじめ、新世代モバイル通信システム委員会及び作業班の皆様、そして、情報通信技術分科会委員の皆様に、厚く御礼を申し上げます。

今後とも、情報通信行政に対しましてご指導ご鞭撻のほどよろしくお願い申し上げます。

(2) 報告事項

① 次期グローバルコミュニケーション計画について

【技術戦略委員会事務局からの報告】

(背景)

「グローバルコミュニケーション計画」は、世界の「言葉の壁」の解消を目的として、総務省が2014年に策定したものであり、これに基づいて、まさに今年(2020年)の東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けて、多言語翻訳技術の開発と社会実装が進められてきたところです。

総務省としては、今後はその先を目指して、2025年大阪・関西万博も見据え、多言語翻訳技術の更なる高度化等を推進するための新たなビジョン、目標、プロジェクトの方向性、ロードマップ等をまとめた次期計画を策定することとしています。

本資料は、昨年7月のグローバルコミュニケーション開発推進協議会総会で総務大臣から次期計画の検討開始が宣言されて以降、同協議会において産業界や大学等で構成される部会・WGが中心となって検討いただいた次期計画の方向性を元に、本年3月4日の技術戦略委員会での検討も踏まえて作成した計画(案)です。以下、その内容を説明します。

(P1：多言語翻訳技術の進展)

多言語翻訳技術の進展として、現行の「グローバルコミュニケーション計画」に基づく取組により、多様な翻訳端末・アプリが登場し、各分野で活用されるなど、既に社会実装が進んでいる状況です。これをさらに発展させ、本計画(案)では2020年、2025年、2030年に向けた目標を位置づけていくこととなります。

(P2：社会的背景と今後の課題)

日本全国での外国人との交流機会の拡大、ビジネス・国際会議における議論・交渉等の機会の拡大が今後ますます見込まれます。これに加えて、2025年大阪・関西万博の誘致が決まったことが大きなポイントです。オリンピック・パラリンピックに向けた翻訳技術は訪日外国人の方との1対1での対応を想定していましたが、万博に向けては、1対1対応の場面に加えて、パビリオンや講演会場など1対NやN対

Nの場面に対応した、これまでとは違うシステムも必要になると考えられます。

本計画（案）では、これまで進めてきた日常生活・行政手続・医療・交通等の分野をさらに深化させるとともに、ビジネス・国際会議での活用も念頭においた新しいシステムでの課題解決を推進していくことが必要となります。

（P3：ミッション・ビジョン・目標）

大きなミッションについては、現行計画の「世界の「言葉の壁」をなくす」に「逐次翻訳から同時通訳への進化、社会実装のさらなる進展」を加えています。

実現したいビジョンについては、「グローバルで自由な交流の実現」、「ビジネス力の強化と真の共生社会の実現」、「日本のプレゼンス向上」としています。

目標については、これまでの取組により2020年に「日常生活やビジネスを支える翻訳」までは実現できたということをもととして、2025年には「文脈・話者の意図等を補う同時通訳」、2030年には「シビアな交渉にも使える同時通訳」を掲げています。これら3つの目標は、政府全体で閣議決定された「統合イノベーション戦略2019」に基づく「AI戦略2019」で定められた目標がベースとなっています。本計画（案）では、主に2025年に向けた目標及びその達成に向けた取組を中心にまとめていくことになります。

（P4～P11：行動と各プロジェクトの詳細等）

2025年に向けた目標達成のため、産学官で具体的に取り組んでいくべき内容をプロジェクト1・2・3としてまとめております。

プロジェクト1は、AIによる同時通訳を実現するための技術開発と、そのために確立すべき技術要素を記載しています。プロジェクト2は、技術やサービスの開発のプラットフォームとしてAI研究基盤の整備を行って、我が国として世界トップレベルのAI研究開発拠点を構築することを記載しています。最後のプロジェクト3は、技術を確立して産業界を中心に社会実装していくことを記載しています。

P5～P11には、これらプロジェクトの詳細や主にグローバルコミュニケーション開発推進協議会における産業界の皆様から提案いただいたユースケースや社会実装のイメージをまとめています。

(P12：ショーケースとしての2025年大阪・関西万博における利活用例)

例えば、パビリオン内でスマートグラスを用いて表示される説明文、会場周辺でのイベントやスケジュールの案内などを多言語に同時通訳するようなシステムや、こうしたシステムを緊急対応における外国人とのコミュニケーションでも活用していくことが想定されます。

(P13：ロードマップ)

まずは2025年の目標達成に向けて、各プロジェクトを統合的に進めていき、産学官が連携・協力して、技術の確立と社会実装を着実に進め、多言語翻訳システムの世の中への普及・発展や大阪・関西万博での利活用を実現していきたいと考えています。

(最後に)

本計画(案)は、この技術分科会での報告を経て、総務省において次期グローバルコミュニケーション計画を決定・公表する予定としています。ご確認のほど、よろしくお願い致します。

【質疑応答】

- 根本委員 自動通訳・翻訳システムは、言語の問題だけでなく、翻訳する文章が高度化するにしたがって、よりコミュニケーションの問題を含むと思われます。そのあたりはどのように取り組まれるのかについても言及していただきたいように思います。
- 技術戦略委員会事務局 翻訳する文章とその文章が意味する本当の内容(含意)が異なること等によるコミュニケーションの問題については、NICTの脳情報通信融合研究センター(CiNet)が脳活動の研究として取り組んでいる長期的な課題であり、将来的(2040年以降)にはその研究成果と翻訳技術を融合させることを視野に入れています。

以上

情報通信審議会 情報通信技術分科会
新世代モバイル通信システム委員会報告
概要

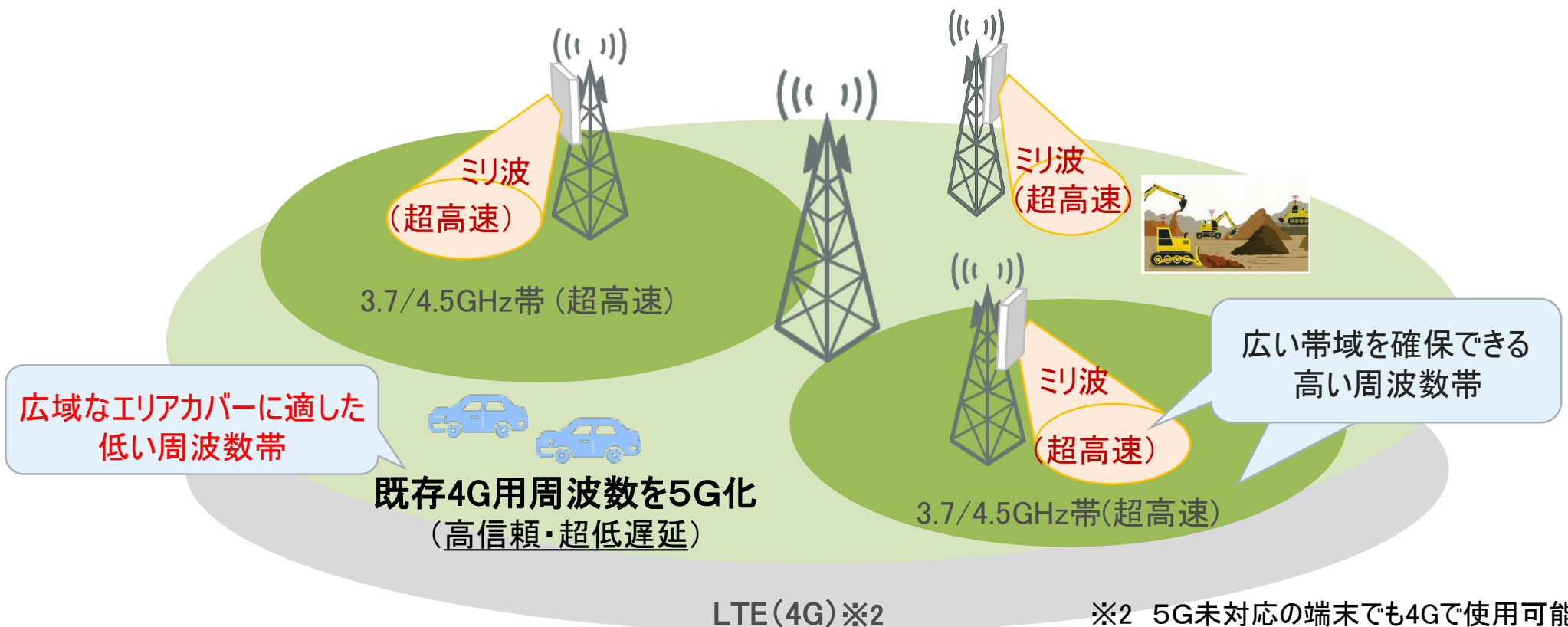
「新世代モバイル通信システムの技術的条件」のうち
「第5世代移動通信システム（5G）及びBWAの高度化
に関する技術的条件」

新世代モバイル通信システム委員会

既存バンドの5G化のニーズ

- 5G用周波数帯(3.7/4.5GHz帯、28GHz帯)については、2019年4月の割当て後、2023年度末には全国の約98%※¹の10km四方のメッシュで5G高度特定基地局が整備される予定であるなど、今後、急速に全国へ展開。
- 一方、より低い周波数として4Gで使用されている周波数帯(既存バンド)について、モビリティの確保等の観点などから広域なエリアをカバーするために、5Gとしても使用したいというニーズがある。
- 5G用周波数帯による超高速通信の実現に加え、既存バンドを5G化することで、広域なエリアカバーと高信頼・超低遅延通信を実現し、様々な分野の地域産業などにおいて5Gの利活用を加速することが期待されている。

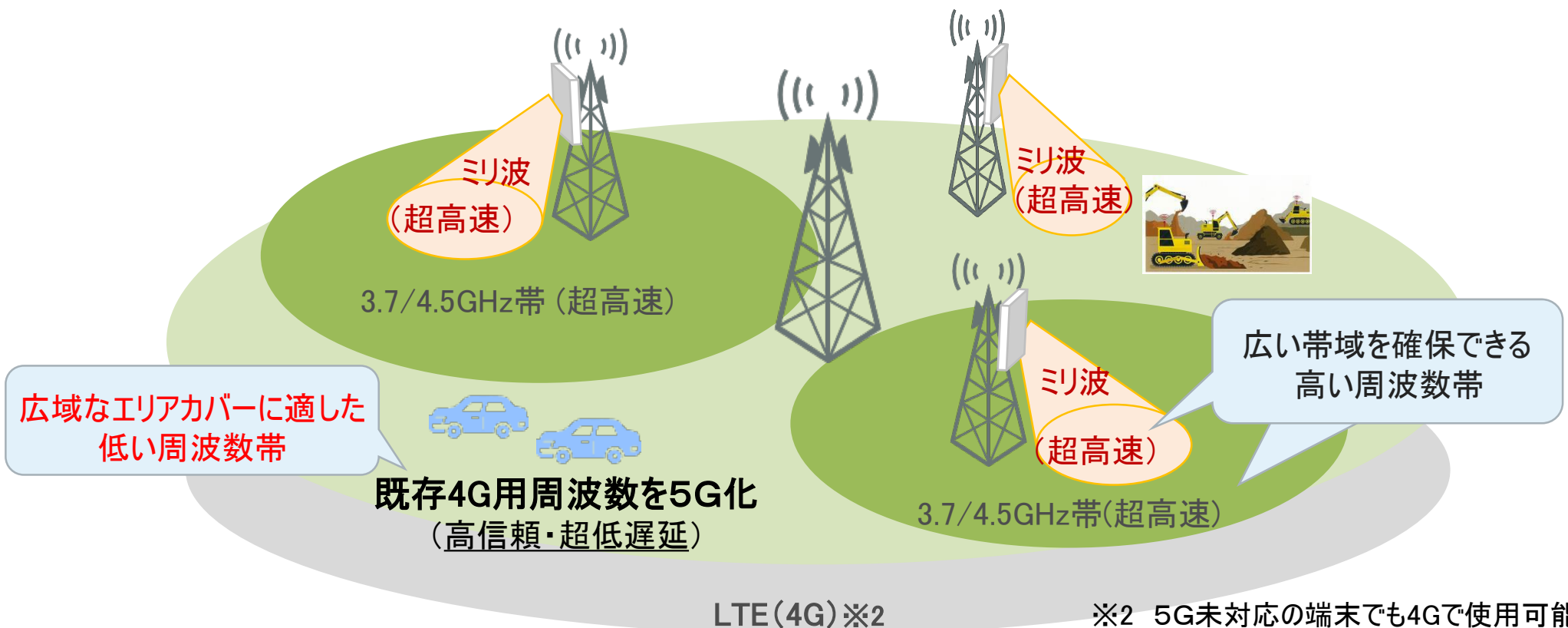
※¹ 携帯電話事業者4者の5G基盤展開率の計画値を合算した値



既存バンドの5G化のニーズ

- 5G用周波数帯(3.7/4.5GHz帯、28GHz帯)については、2019年4月の割当て後、2023年度末には全国を区切る10km四方メッシュのうち約98%※1のメッシュで5G高度特定基地局が整備される予定であるなど、今後、急速に全国へ展開。
- 一方、より低い周波数として4Gで使用されている周波数帯(既存バンド)について、モビリティの確保等の観点などから広域なエリアをカバーするために、5Gとしても使用したいというニーズがある。
- 5G用周波数帯による超高速通信の実現に加え、既存バンドを5G化することで、広域なエリアカバーと高信頼・超低遅延通信を実現し、様々な分野の地域産業などにおいて5Gの利活用を加速することが期待されている。

※1 携帯電話事業者4者の5G基盤展開率の計画値を合算した値

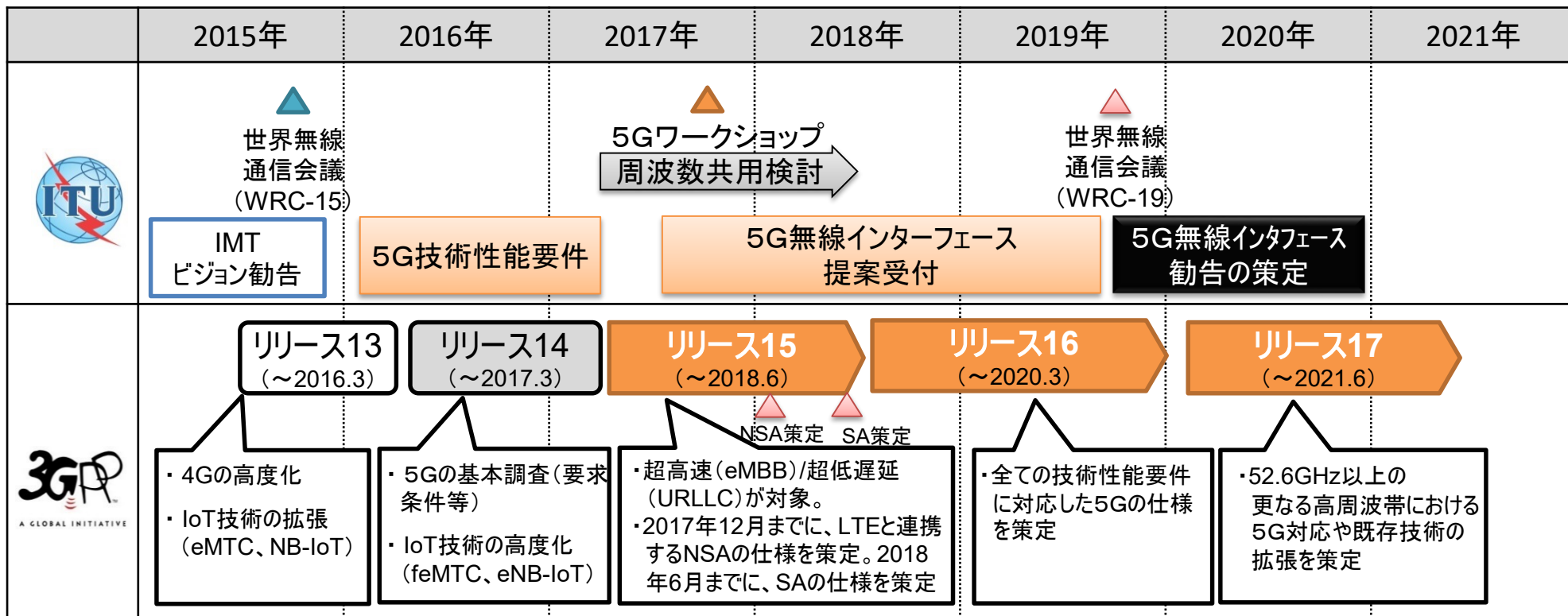


5Gの国際標準化動向

● ITUや3GPP等において、5Gに関する標準化活動が最終段階に

- (ITU) ・ 13の技術性能要件の項目と要求値、評価環境をまとめたIMT-2020無線インターフェース(ITU-R報告M.2410)とIMT-2020無線インターフェースの評価方法(ITU-R報告M.2412)が、2017年11月にITUで承認
- ・ IMT-2020無線インターフェースについては、2017年10月から2019年7月の間提案募集があり、2020年に勧告化予定
 - ・ WRC-19において、IMT用周波数の追加特定に関する議論が行われ、24.25-27.5GHz、37-43.5GHz、66-71GHzの各周波数帯がグローバル特定されるとともに、45.5-47GHz、47.2-48.2GHzが一部の地域・国へ特定

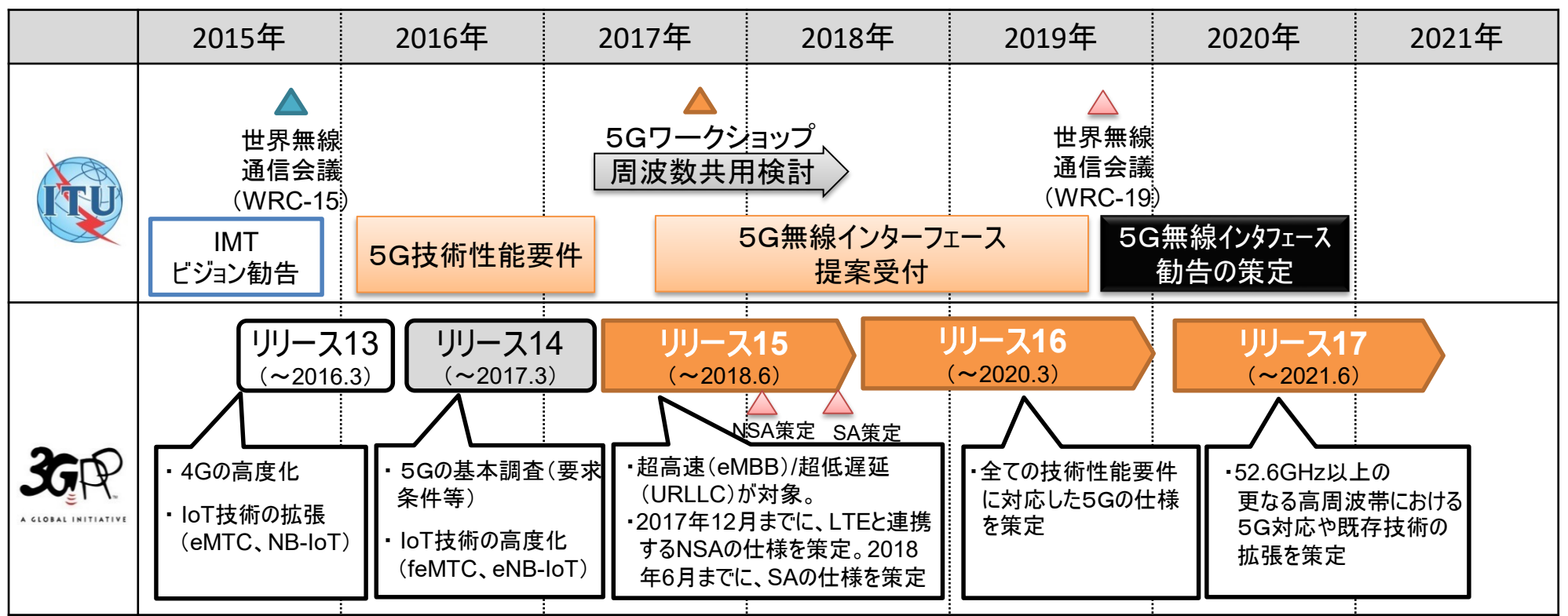
- (3GPP) リリース15：超高速/超低遅延に対応した5Gの最初の仕様を策定
 リリース16：全ての技術性能要件に対応した5Gの仕様を策定
 リリース17：52.6GHz以上の更なる高周波帯における5G対応や既存技術の拡張を策定



5G(NR)の国際標準化動向

※修正後

- ITUや3GPP等において、5G(NR:New Radio)に関する標準化活動が最終段階に
 - (ITU)
 - 13の技術性能要件の項目と要求値、評価環境をまとめたIMT-2020無線インタフェース(ITU-R報告M.2410)とIMT-2020無線インタフェースの評価方法(ITU-R報告M.2412)が、2017年11月にITUで承認
 - IMT-2020無線インタフェースについては、2017年10月から2019年7月の間提案募集があり、2020年に勧告化予定
 - WRC-19において、IMT用周波数の追加特定に関する議論が行われ、24.25-27.5GHz、37-43.5GHz、66-71GHzの各周波数帯がグローバル特定されるとともに、45.5-47GHz、47.2-48.2GHzが一部の地域・国へ特定
 - (3GPP)
 - リリース15：超高速/超低遅延に対応した5Gの最初の仕様を策定
 - リリース16：全ての技術性能要件に対応した5Gの仕様を策定
 - リリース17：52.6GHz以上の更なる高周波帯における5G対応や既存技術の拡張を策定

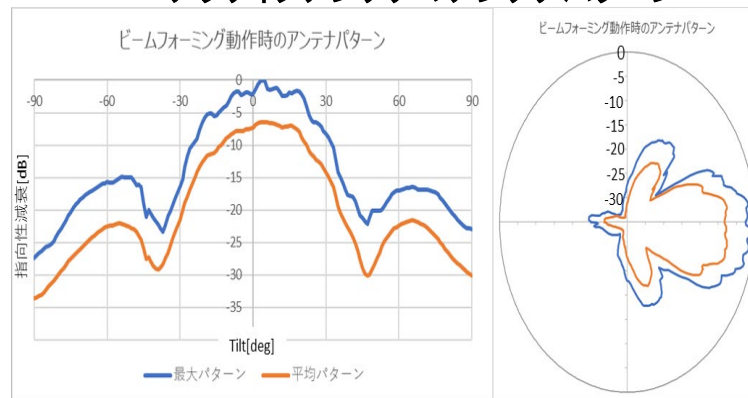


2.5GHz帯広帯域移動無線アクセスシステム(BWA)を5G化する場合、ビームパターンとスプリアス発射の許容値以外は従来のパラメータと同じである。これらのパラメータを用いて衛星通信システム(N-Star)及びBWAシステム(旧方式、高度化方式)との共用検討を行った

BWAの5Gパラメータ

パラメータ	値	
送信電力	46	dBm/BW
アンテナ利得	17	dBi
給電線損失	5	dB
スプリアス発射(≧2655MHz)	-13	dBm/MHz
スプリアス発射(≦2535MHz)	-42	dBm/MHz
アンテナパターン	下図	
チルト角[degree]	4.0	deg
空中線高	40	m

アクティブアンテナのアンテナパターン



共用検討結果

		従来検討	アクティブアンテナ			
			現行基地局		次期基地局	
			最大パターン	平均パターン	最大パターン	平均パターン
N-Star	衛星局(現行)	0.3dB ^{*1}	0.3dB	0.3dB	1.3dB^{*2}	0.4dB^{*3}
	衛星局(次期)	13.5dB ^{*1}	13.5dB	13.5dB	14.5dB^{*2}	13.6dB^{*3}
	衛星移動局(帯域内)	0dB	—	—	0dB	-5.1dB
	衛星移動局(帯域外)	4.1dB ^{*1}	—	—	4.1dB ^{*3}	-1.0dB
地域バンド	高度化基地局	—	—	—	—	—
	WiMAX方式基地局	49.7dB ^{*1}	—	—	54.9dB^{*3}	49.7dB^{*3}

*1: サイトエンジニアリングを伴う事業者間調整を前提として共用可能。

*2: N対1モデルのため平均パターンを用いると想定。

*3: 従来と同様の事業者間調整が必要。

なお、局数について複数条件がある組み合わせは、所要改善量が最大となるものを記載。

検討結果

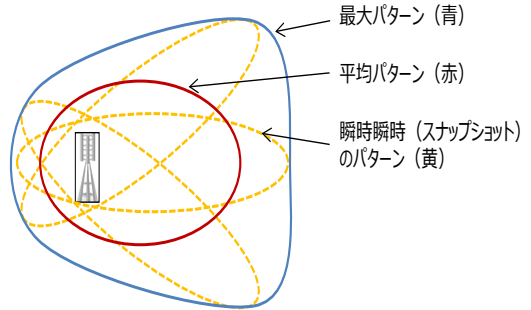
- アクティブアンテナの利用による所要改善量は、従来検討に対して減少または僅かの増加にとどまるため、従来検討の結果と同様に共用可能
- ただし、所要改善量がプラスとなる組み合わせでは事業者間調整による合意が必要

※修正後アクティブアンテナを導入した場合の共用検討(2.5GHz帯BWA)

2.5GHz帯広帯域移動無線アクセスシステム(BWA)を5G化する場合、アンテナパターンとスプリアス発射の許容値以外は従来のパラメータと同じである。これらのパラメータを用いて衛星通信システム(N-Star)及びBWAシステム(旧方式、高度化方式)との共用検討を行った

アクティブアンテナのアンテナパターン

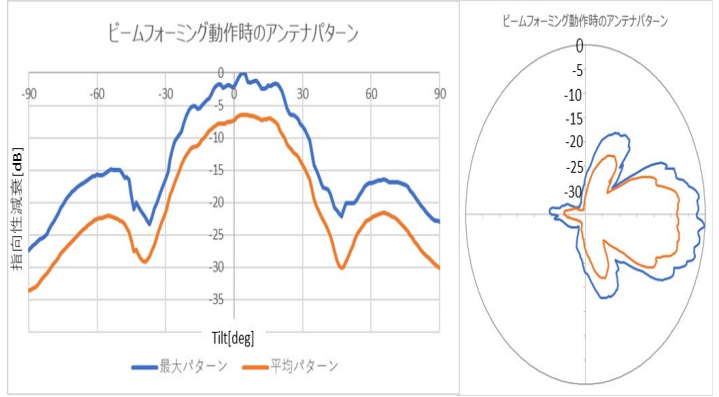
- シミュレーション上で基地局エリア内に配置した陸上移動局の位置を変更しつつ、基地局の瞬時毎のアンテナパターンの変化をスナップショットで取得(黄色)。シミュレーション上で取得した多数のスナップショットに対して統計処理を行うことでアクティブアンテナのアンテナパターンを生成
- 最大パターン：瞬時毎のスナップショットの統計処理を行い、空中線指向特性の最大値によりモデル化したもの(青)
- 平均パターン：瞬時毎のスナップショットの統計処理を行い、空中線指向特性の平均値によりモデル化したもの(赤)



BWAの5Gパラメータ

パラメータ	値	
送信電力	46	dBm/BW
アンテナ利得	17	dBi
給電線損失	5	dB
スプリアス発射(≥2655MHz)	-13	dBm/MHz
スプリアス発射(≤2535MHz)	-42	dBm/MHz
アンテナパターン	下図	
チルト角[degree]	4.0	deg
空中線高	40	m

共用検討結果(所要改善量)



赤字が従来検討よりも 所要改善量が増加した 組み合わせ	従来検討	アクティブアンテナ				
		現行基地局		次期基地局		
		最大パターン	平均パターン	最大パターン	平均パターン	
N-Star	衛星局(現行)	0.3dB ^{*1}	0.3dB	0.3dB	1.3dB^{*2}	0.4dB^{*3}
	衛星局(次期)	13.5dB ^{*1}	13.5dB	13.5dB	14.5dB^{*2}	13.6dB^{*3}
	衛星移動局(帯域内)	0dB	-	-	0dB	-5.1dB
	衛星移動局(帯域外)	4.1dB ^{*1}	-	-	4.1dB ^{*3}	-1.0dB
地域 バンド	高度化基地局	-	-	-	-	-
	WiMAX方式基地局	49.7dB ^{*1}	-	-	54.9dB^{*3}	49.7dB^{*3}

*1：サイトエンジニアリングを伴う事業者間調整を前提として共用可能。
 *2：N対1モデルのため平均パターンを用いると想定。
 *3：従来と同様の事業者間調整が必要。
 なお、局数について複数条件がある組み合わせは、所要改善量が最大となるものを記載。

検討結果

- アクティブアンテナの利用による所要改善量は、従来検討に対して減少または僅かの増加にとどまるため、従来検討の結果と同様に共用可能
- ただし、所要改善量がプラスとなる組み合わせでは事業者間調整による合意が必要

令和元年度

情報通信審議会 情報通信技術分科会
新世代モバイル通信システム委員会報告

令和 2 年 3 月

新世代モバイル通信システム委員会

IV 検討概要

第1章 調査検討の背景

1. 1 既存バンドの5G化

次世代の移動通信システムである第5世代移動通信システムについては、平成30年7月に技術的条件が取りまとめられたのち、制度化が行われ、平成31年4月には5Gの周波数として3.7/4.5GHz帯及び28GHz帯が、携帯電話事業者に割当てられたところである。これらについては、令和2年3月頃から商用サービス開始が予定されているほか、全都道府県において周波数の割当てから2年以内のサービス提供や、令和6年春には全国を10km四方で区切った場合の約98%のメッシュにおいて5G高度特定基地局の整備が予定（携帯電話事業者4者の5G基盤展開率の計画値を合算した値）されており、今後、5G基地局が広く展開されていくことが想定される。

一方、4G及びBWAで使用している周波数帯（以下「既存バンド」という。）については、平成31年4月に割り当てられた5G周波数より低い周波数を使用していることから、モビリティの確保等に向けて広域な5Gエリアを構築するためにも、4Gだけでなく5Gとしても使用したいというニーズがある。

周波数	700MHz	800MHz	900MHz	1.5GHz	1.7GHz	2GHz	2.5GHz	3.4GHz 3.5GHz	3.7GHz 4.5GHz 28GHz
世代		第2世代 移行		第2世代 移行					
		第3世代				第3世代			
		第3.5世代	第3.5世代	第3.5世代	第3.5世代	第3.5世代	第3.5世代		
		第3.9世代	第3.9世代	第3.9世代	第3.9世代	第3.9世代	第3.9世代		
		第4世代	第4世代	第4世代	第4世代	第4世代	第4世代	BWA (第4世代と互換)	第4世代
	第5世代	第5世代	第5世代	第5世代	第5世代	第5世代	第5世代	第5世代	
他の無線通信システム	・特定ラジオマイク ・地上デジタルテレビ ・ITS	・特定ラジオマイク ・MCA（業務用デジタル無線）	・MCA ・RFID（無線タグ）	・電波天文	・気象援助	・PHS	・衛星通信（移動）	・衛星通信（固定）	・衛星通信（固定） ・航空機電波高度計等

図 1. 1-1 携帯電話で用いられている周波数帯

IV 検討概要

第1章 調査検討の背景

1. 1 既存バンドの5G化

次世代の移動通信システムである第5世代移動通信システムについては、平成30年7月に技術的条件が取りまとめられたのち、制度化が行われ、平成31年4月には5Gの周波数として3.7/4.5GHz帯及び28GHz帯が、携帯電話事業者に割当てられたところである。これらについては、令和2年3月頃から商用サービス開始が予定されているほか、全都道府県において周波数の割当てから2年以内のサービス提供や、令和6年春には、全国を区切る10km四方メッシュのうち約98%のメッシュで5G高度特定基地局の整備が予定（携帯電話事業者4者の5G基盤展開率の計画値を合算した値）されており、今後、5G基地局が広く展開されていくことが想定される。

一方、4G及びBWAで使用している周波数帯（以下「既存バンド」という。）については、平成31年4月に割り当てられた5G周波数より低い周波数を使用していることから、モビリティの確保等に向けて広域な5Gエリアを構築するためにも、4Gだけでなく5Gとしても使用したいというニーズがある。

周波数	700MHz	800MHz	900MHz	1.5GHz	1.7GHz	2GHz	2.5GHz	3.4GHz 3.5GHz	3.7GHz 4.5GHz 28GHz
世代		第2世代 移行		第2世代 移行					
		第3世代				第3世代			
		第3.5世代	第3.5世代	第3.5世代	第3.5世代	第3.5世代	第3.5世代		
		第3.9世代	第3.9世代	第3.9世代	第3.9世代	第3.9世代	第3.9世代		
		第4世代	第4世代	第4世代	第4世代	第4世代	第4世代	BWA (第4世代と互換)	第4世代
	第5世代	第5世代	第5世代	第5世代	第5世代	第5世代	第5世代	第5世代	
他の無線通信システム	・特定ラジオマイク ・地上デジタルテレビ ・ITS	・特定ラジオマイク ・MCA（業務用デジタル無線）	・MCA ・RFID（無線タグ）	・電波天文	・気象援助	・PHS	・衛星通信（移動）	・衛星通信（固定）	・衛星通信（固定） ・航空機電波高度計等

図 1. 1-1 携帯電話で用いられている周波数帯

※修正前

2017年10月より、ITUから3GPP等の外部国際標準化機関・国等に対して、IMT-2020無線インタフェースの提案募集が開始され、2019年7月に受付が締め切られた。3GPP、中国、韓国、ETSI/DECT Forum、TSDSI、NuFRONTの6者からの提案が行われており、今後、ITUにおいて、技術性能要件に基づく評価を行った後、2020年には、IMT-2020無線インタフェースが勧告化される予定となっている。

また、5Gを国際的に調和のとれた周波数で利用できるよう、IMT用周波数を追加特定する議論が、WRC-19の議題1.13として取り扱われた。候補周波数帯である24.25-86GHzの範囲に含まれる11のバンドについて、ITU-RのSG5/TG5/1において他の無線システムとの周波数共用検討が行われ、検討結果がCPMレポートとして取り纏められた。このCPMレポートの内容に基づき、2019年10~11月に開催されたWRC-19において、IMT用周波数の追加特定に関する議論が行われた。この結果、24.25-27.5GHz、37-43.5GHz、66-71GHzの各周波数帯がグローバル特定されるとともに、45.5-47GHz、47.2-48.2GHzが、一部の地域・国へ特定された（図1.4.1-4）。



図1.4.1-4 WRC-19 議題1.13におけるIMT用周波数の追加特定結果

WRC-19では、次回のWRC-23における議題も決定され、更なるIMT用周波数の追加特定に向け、3300-3400MHz（米州地域が対象、欧州、ロシア、中東、アフリカ地域での見直し）、3600-3800MHz（米州地域が対象）、6425-7025MHz（欧州、ロシア、中東、アフリカ地域が対象）、7025-7125MHz（全世界が対象）、10-10.5GHz（米州地域が対象）の各周波数帯について、IMT特定に向けた周波数共用等の検討が今後ITU-Rにおいて行われる。

1.4.2 3GPPにおける検討状況

携帯電話の国際標準化団体である3GPPにおいても5Gの議論が進行している。

2017年3月に策定されたリリース14では、5Gの新たな無線技術（NR）に関する基本調査が行われ、要求条件（TR 38.913）、チャンネルモデル（TR 38.901）、主な無線アクセス技術（TR 38.912）が合意された。

※修正後

2017年10月より、ITUから3GPP等の外部国際標準化機関・国等に対して、IMT-2020無線インタフェースの提案募集が開始され、2019年7月に受付が締め切られた。3GPP、中国、韓国、ETSI/DECT Forum、TSDSI、NuFRONTの6者からの提案が行われており、今後、ITUにおいて、技術性能要件に基づく評価を行った後、2020年には、IMT-2020無線インタフェースが勧告化される予定となっている。

また、5Gを国際的に調和のとれた周波数で利用できるよう、IMT用周波数を追加特定する議論が、WRC-19の議題1.13として取り扱われた。候補周波数帯である24.25-86GHzの範囲に含まれる11のバンドについて、ITU-RのSG5/TG5/1において他の無線システムとの周波数共用検討が行われ、検討結果がCPMレポートとして取り纏められた。このCPMレポートの内容に基づき、2019年10~11月に開催されたWRC-19において、IMT用周波数の追加特定に関する議論が行われた。この結果、24.25-27.5GHz、37-43.5GHz、66-71GHzの各周波数帯がグローバル特定されるとともに、45.5-47GHz、47.2-48.2GHzが、一部の地域・国へ特定された（図1.4.1-4）。

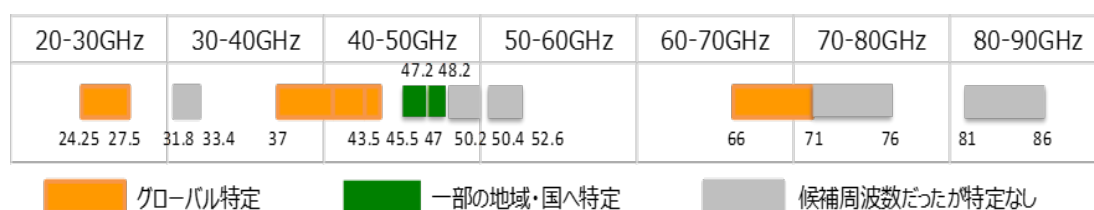


図1.4.1-4 WRC-19 議題1.13におけるIMT用周波数の追加特定結果

WRC-19では、次回のWRC-23における議題も決定され、更なるIMT用周波数の追加特定に向け、3300-3400MHz（米州地域が対象、欧州、ロシア、中東、アフリカ地域での見直し）、3600-3800MHz（米州地域が対象）、6425-7025MHz（欧州、ロシア、中東、アフリカ地域が対象）、7025-7125MHz（全世界が対象）、10-10.5GHz（米州地域が対象）の各周波数帯について、IMT特定に向けた周波数共用等の検討が今後ITU-Rにおいて行われる。

1.4.2 3GPPにおける検討状況

携帯電話の国際標準化団体である3GPPにおいても5Gの議論が進行している。

2017年3月に策定されたリリース14では、5Gの新たな無線技術（NR: New Radio）に関する基本調査が行われ、要求条件（TR 38.913）、チャンネルモデル（TR 38.901）、主な無線アクセス技術（TR 38.912）が合意された。

との結論が得られた。

5 G（NR）導入時の共用検討の結果は、

- 現状のままでは首都圏の中心部ではスモールセル基地局の設置には課題があり、十分な検討・調整を行うことが適当である。
- 現状のままでは首都圏の中心部ではマクロセル基地局には課題があり、十分な検討・調整を行うことが適当であること、中京・近畿圏でも同様の課題があり、十分な検討・調整を行うことが適当であることが分かった。
- 現状の 3.4-3.6GHz の周波数において LTE-Advanced 基地局の設置する場合と同様に、基地局を設置する事業者と地球局等を運用する事業者との間で事前に調整を行い、個別の基地局の設置可否を判断する必要がある。

という結論となっている。

これらの結果を踏まえ、3.4/3.5GHz 帯を使用する LTE 又は 3.7GHz 帯を使用する 5 G と、衛星システムとの周波数共用においては、携帯事業者と衛星事業者間で個別に周波数共用に向けた調整を行い、地理的離隔を取る、4 G/5 G から衛星システムに対しての総和干渉量を確認する等の方策がとられているところである。

3.4/3.5GHz 帯に 5 G を導入する場合においても、5 G 基地局の個別の置局に際して、アクティブアンテナの導入について考慮し、4 G 基地局からの干渉と 5 G 基地局からの干渉が混在する状況における地球局への干渉影響に関する評価手法に留意しながら、従来どおり携帯事業者と衛星事業者間で調整を行うことで、共用が可能と考えられる。

また、2.5GHz 帯を使用する BWA の 5 G 化にあってもアクティブアンテナの導入が見込まれるため、3.4/3.5GHz 帯と同様にビームフォーミングを考慮した共用検討を行った。ビームパターン及びスプリアス発射の強度以外は従来の BWA のパラメータと同じであるため、それらのパラメータを用いてビームフォーミングを行った場合に形成されるビームパターンを考慮したうえで、隣接の周波数帯を使用する衛星通信システム及び BWA システム（旧方式、高度化方式）との検討を行った。

BWA を対象とした 5 G のパラメータを図 2.5.2-3 に、アクティブアンテナのビームパターンを図 2.5.2-4 に、共用検討モデルを図 2.5.2-5 に、与干渉の共用検討結果を図 2.5.2-6 に示す。

パラメータ	値	
送信電力	46	dBm/BW
アンテナ利得	17	dBi
給電線損失	5	dB
スプリアス発射($\geq 2655\text{MHz}$)	-13	dBm/MHz
スプリアス発射($\leq 2535\text{MHz}$)	-42	dBm/MHz
アンテナパターン	下図	
チルト角[degree]	4.0	deg
空中線高	40	m

図 2. 5. 2-3 5G化したBWAのパラメータ

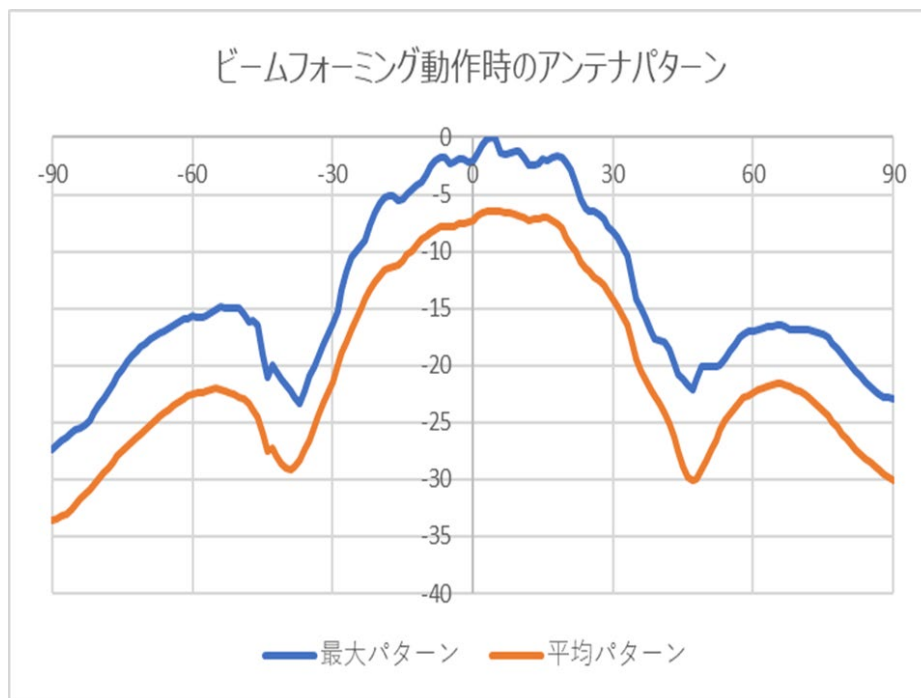
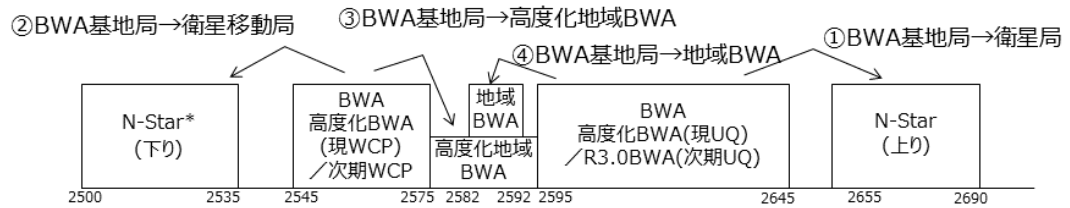


図 2. 5. 2-4 アクティブアンテナのアンテナパターン

<周波数配置>



干渉シナリオ			検討手法
干渉シナリオ①	1	BWA(現行)基地局→衛星局(現行)	N対1対向モデル／一部の基地局でのみアクティブアンテナ利用
	2	BWA(現行)基地局→衛星局(次期)	
	3	BWA(次期)基地局→衛星局(現行)	
	4	BWA(次期)基地局→衛星局(次期)	
干渉シナリオ②	BWA基地局(現行/次期)→衛星移動局		1対1対向モデル
干渉シナリオ③	BWA(現行/次期)基地局→高度化地域BWA基地局		
干渉シナリオ④	BWA(現行/次期)基地局→地域BWA基地局		

図 2. 5. 2-5 共用検討モデル

		従来検討	アクティブアンテナ			
			現行基地局		次期基地局	
			最大パターン	平均パターン	最大パターン	平均パターン
N-Star	衛星局(現行)	0.3dB	0.3dB	0.3dB	1.3dB	0.4dB
	衛星局(次期)	13.5dB	13.5dB	13.5dB	14.5dB	13.6dB
	衛星移動局(帯域内)	0dB	-	-	0dB	-5.1dB
	衛星移動局(帯域外)	4.1dB	-	-	4.1dB	-1.0dB
地域バンド	高度化基地局	-	-	-	-	-
	WiMAX方式基地局	49.7dB	-	-	54.9dB	49.7dB

図 2. 5. 2-6 衛星通信システムへの与干渉の検討結果

アクティブアンテナを導入した場合の所要改善量は、従来の検討に対して減少若しくはわずかな増加にとどまる結果となった。

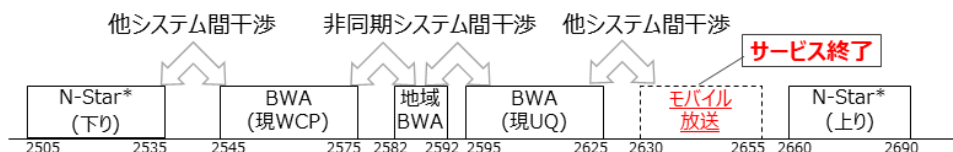
所要改善量がマイナスとなる組み合わせはもとより、プラスとなる組み合わせにおいても事業者間調整による合意が得られれば、共用可能であると考えられる。

※修正前

2. 5. 3 高度化 BWA システムのスペクトラムマスクの緩和の検討

平成 26 年に制度化された高度化 BWA システムについては、2.6GHz 帯衛星デジタル音声放送（モバイル放送）の終了や、非同期 BWA システムの高度化地域 BWA システムへの移行により、BWA システムの導入当初に比べて共存の前提となる対象システムが変わってきている。

<BWA導入時の隣接システム>



<現在>

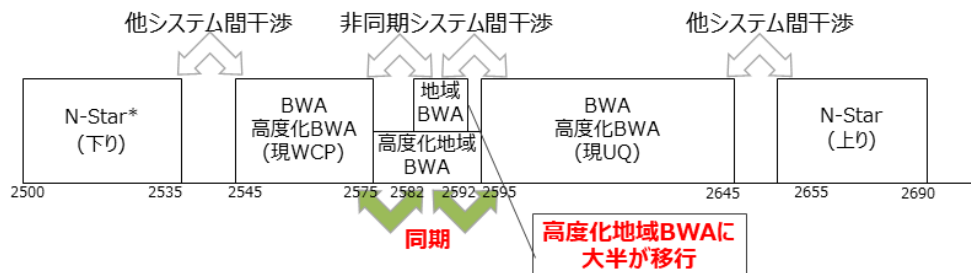
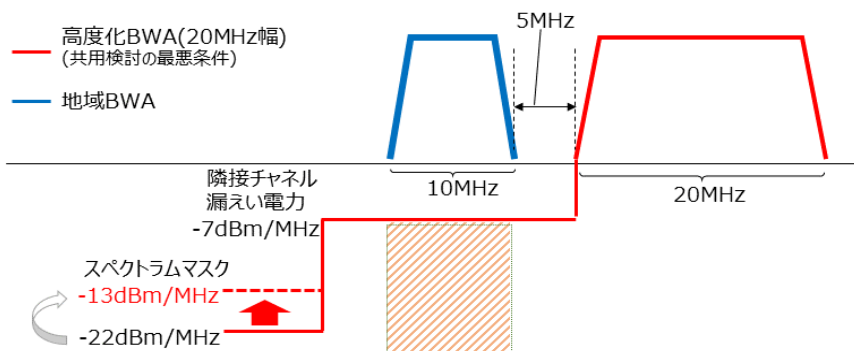


図 2. 5. 2-7 共用検討における対象システム

これらの共用相手の移行等を踏まえ、これまで、高度化 BWA システムの不要発射の強度については、隣接システムとの共用のために -22dBm/MHz と規定されていたが、今後、5G化した BWA の不要発射の強度と同じ -13dBm/MHz とすることが可能かどうか考察するべく、現在もシステムが存在している地域 BWA システムとの共用について検討した。

過去の情通審における検討（平成 25 年 5 月携帯電話等高度化委員会報告）では、地域 BWA と 5MHz 離れた位置に 20MHz 幅の高度化 BWA が存在する場合を最悪条件として検討している。この場合、高度化 BWA から地域 BWA への干渉電力は、隣接チャネル漏えい電力である -7dBm/MHz が適用されることになり、不要発射の強度が -22dBm/MHz から -13dBm/MHz に変わっても、共用検討結果は従来と同じになる。

20MHz高度化BWA⇒10MHzシステム地域BWAへの干渉検討



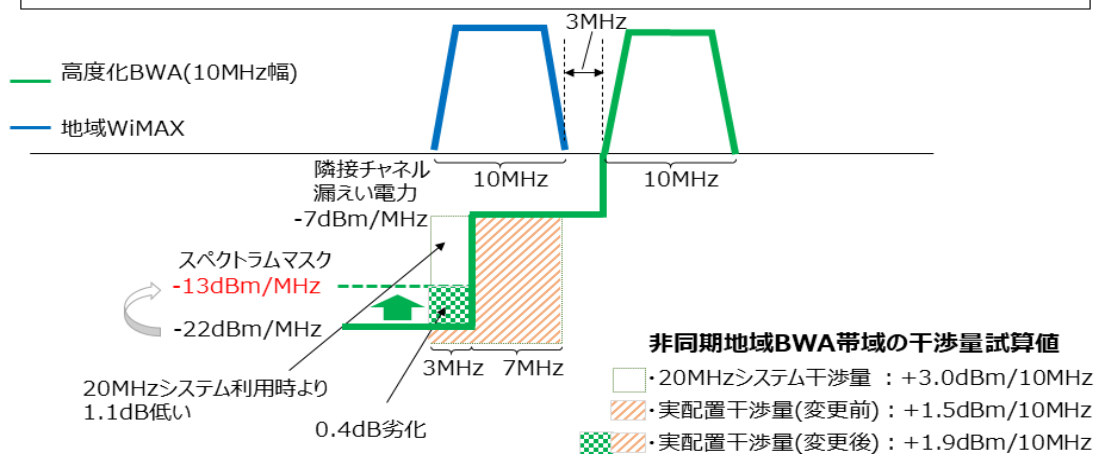
【共用検討結果】

- 所要改善量：43.9dB
- サイトエンジニアリングの併用で共存可能

図 2. 5. 2-8 高度化 BWA (20MHz) における共用検討結果

一方、当時は地域 BWA と 3MHz 離れた位置に 10MHz 幅の高度化 BWA が存在する場合も検討しており、その場合、不要発射の強度が-22dBm/MHz から-13dBm/MHz に上がることで、高度化 BWA から地域 BWA への干渉電力が、当時の検討結果よりも一部増大する。しかしながら、増大後の干渉電力であっても、20MHz 幅の高度化 BWA 使用時の隣接チャンネル漏えい電力の許容値-7dBm/MHz よりも小さいため、影響はないと考えられる。

10MHz高度化BWA⇒10MHzシステム地域BWAへの干渉検討



【共用検討結果】

- 一部干渉量は増大するものの、増加後の干渉量であっても20MHz高度化BWA利用時の干渉量よりも低いため、従来通りサイトエンジニアリングにより対応可能と考えられる。

図 2. 5. 2-9 高度化 BWA (10MHz) における共用検討結果

との結論が得られた。

5 G（NR）導入時の共用検討の結果は、

- 現状のままでは首都圏の中心部ではスモールセル基地局の設置には課題があり、十分な検討・調整を行うことが適当である。
- 現状のままでは首都圏の中心部ではマクロセル基地局には課題があり、十分な検討・調整を行うことが適当であること、中京・近畿圏でも同様の課題があり、十分な検討・調整を行うことが適当であることが分かった。
- 現状の 3.4-3.6GHz の周波数において LTE-Advanced 基地局の設置する場合と同様に、基地局を設置する事業者と地球局等を運用する事業者との間で事前に調整を行い、個別の基地局の設置可否を判断する必要がある。

という結論となっている。

これらの結果を踏まえ、3.4/3.5GHz 帯を使用する LTE 又は 3.7GHz 帯を使用する 5 G と、衛星システムとの周波数共用においては、携帯事業者と衛星事業者間で個別に周波数共用に向けた調整を行い、地理的離隔を取る、4 G/5 G から衛星システムに対しての総和干渉量を確認する等の方策がとられているところである。

3.4/3.5GHz 帯に 5 G を導入する場合においても、5 G 基地局の個別の置局に際して、アクティブアンテナの導入について考慮し、4 G 基地局からの干渉と 5 G 基地局からの干渉が混在する状況における地球局への干渉影響に関する評価手法に留意しながら、従来どおり携帯事業者と衛星事業者間で調整を行うことで、共用が可能と考えられる。

また、2.5GHz 帯を使用する BWA の 5 G 化にあってもアクティブアンテナの導入が見込まれるため、3.4/3.5GHz 帯と同様にビームフォーミングを考慮した共用検討を行った。

ビームフォーミングを行う場合、空中線指向特性が動的に変動するため、他の無線システムに対する干渉電力も動的に変動する。この干渉電力の変動を考慮するために、図 2.5.2-3 に示すように、シミュレーション上で、基地局エリア内に配置した陸上移動局の位置を変更しつつ、基地局の瞬時毎のアンテナパターンの変化をスナップショットで取り続け、それらを用いて空中線指向特性を統計的に処理し、2つのパターンでモデル化を行った。

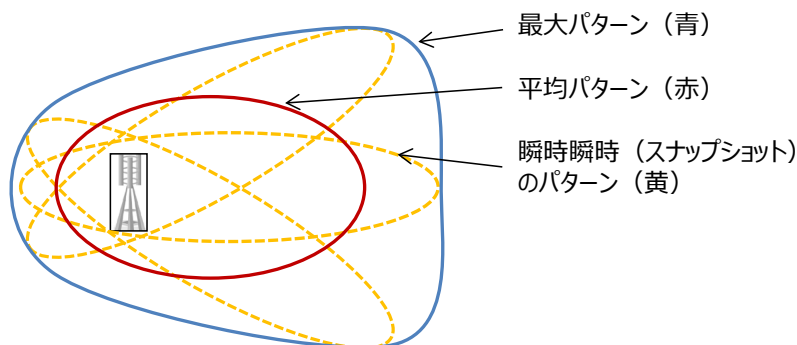


図 2.5.2-3 ビームフォーミングを考慮した空中線指向特性のイメージ

※修正後

最大パターンは、シミュレーションで得られた瞬時毎のスナップショットの統計処理を行い、空中線指向特性の最大値を用いてモデル化したものであり、平均パターンは、シミュレーションで得られた瞬時毎のスナップショットの統計処理を行い、空中線指向特性の平均値を用いてモデル化したものである。

アンテナパターン及びスプリアス発射の強度以外は従来の BWA のパラメータと同じであるため、それらのパラメータを用いてビームフォーミングを行った場合に形成されるビームパターンを考慮したうえで、隣接の周波数帯を使用する衛星通信システム及び BWA システム（旧方式、高度化方式）との検討を行った。

BWA を対象とした 5 G のパラメータを図 2. 5. 2-4 に、アクティブアンテナのビームパターンを図 2. 5. 2-5 に、共用検討モデルを図 2. 5. 2-6 に、与干渉の共用検討結果を図 2. 5. 2-7 に示す。

パラメータ	値	
送信電力	46	dBm/BW
アンテナ利得	17	dBi
給電線損失	5	dB
スプリアス発射(≥ 2655 MHz)	-13	dBm/MHz
スプリアス発射(≤ 2535 MHz)	-42	dBm/MHz
アンテナパターン	下図	
チルト角[degree]	4.0	deg
空中線高	40	m

図 2. 5. 2-4 5 G 化した BWA のパラメータ

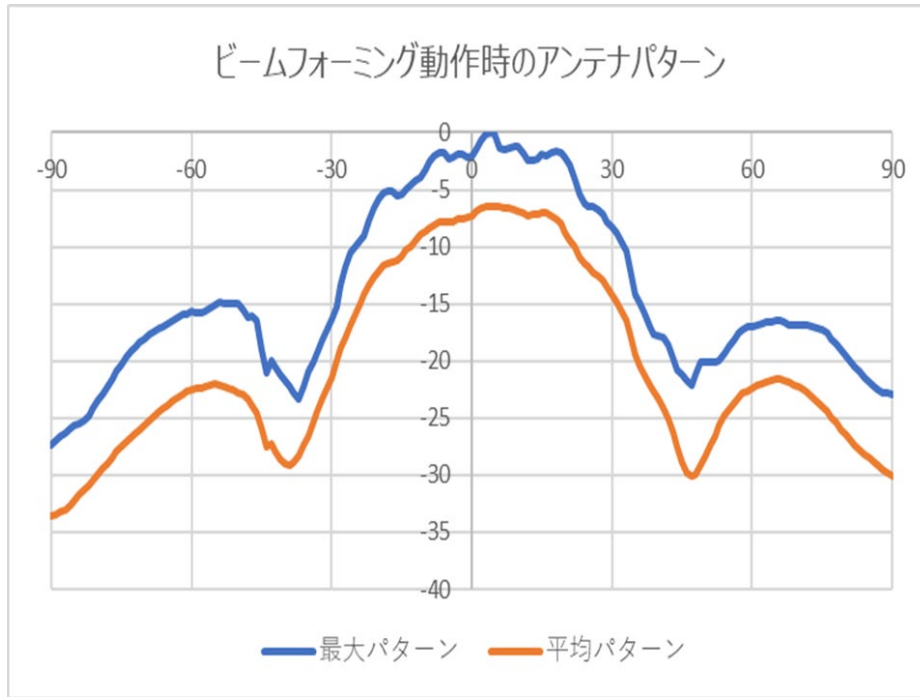
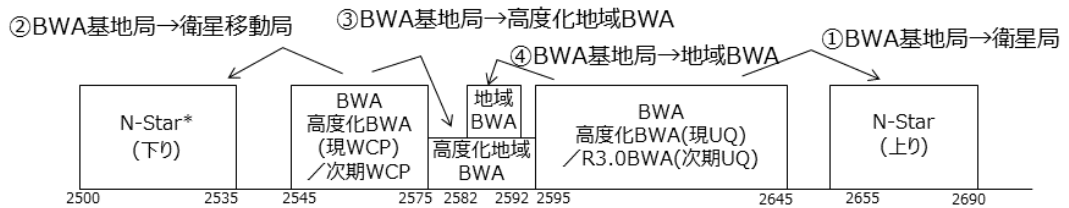


図 2. 5. 2-5 アクティブアンテナのアンテナパターン

<周波数配置>



干渉シナリオ			検討手法
干渉シナリオ①	1	BWA(現行)基地局→衛星局(現行)	N対1対向モデル／一部の基地局でのみアクティブアンテナ利用
	2	BWA(現行)基地局→衛星局(次期)	
	3	BWA(次期)基地局→衛星局(現行)	
	4	BWA(次期)基地局→衛星局(次期)	
干渉シナリオ②		BWA基地局(現行/次期)→衛星移動局	1対1対向モデル
干渉シナリオ③		BWA(現行/次期)基地局→高度化地域BWA基地局	
干渉シナリオ④		BWA(現行/次期)基地局→地域BWA基地局	

図 2. 5. 2-6 共用検討モデル

赤字が従来検討よりも 所要改善量が増加した 組み合わせ		従来検討	アクティブアンテナ			
			現行基地局		次期基地局	
			最大 パターン	平均 パターン	最大 パターン	平均 パターン
N-Star	衛星局(現行)	0.3dB	0.3dB	0.3dB	1.3dB	0.4dB
	衛星局(次期)	13.5dB	13.5dB	13.5dB	14.5dB	13.6dB
	衛星移動局(帯域内)	0dB	—	—	0dB	-5.1dB
	衛星移動局(帯域外)	4.1dB	—	—	4.1dB	-1.0dB
地域 バンド	高度化基地局	—	—	—	—	—
	WiMAX方式基地局	49.7dB	—	—	54.9dB	49.7dB

図 2. 5. 2-7 衛星通信システムへの与干渉の検討結果(所要改善量)

アクティブアンテナを導入した場合の所要改善量は、従来の検討に対して減少若しくはわずかな増加にとどまる結果となった。

所要改善量がマイナスとなる組み合わせはもとより、プラスとなる組み合わせにおいても事業者間調整による合意が得られれば、共用可能であると考えられる。

2. 5. 3 高度化 BWA システムのスペクトラムマスクの緩和の検討

平成 26 年に制度化された高度化 BWA システムについては、2. 6GHz 帯衛星デジタル音声放送（モバイル放送）の終了や、非同期 BWA システムの高度化地域 BWA システムへの移行により、BWA システムの導入当初に比べて共存の前提となる対象システムが変わってきている。

※修正後

<BWA導入時の隣接システム>



<現在>

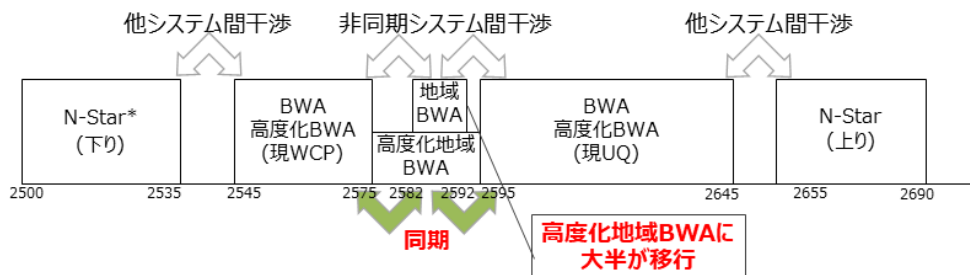
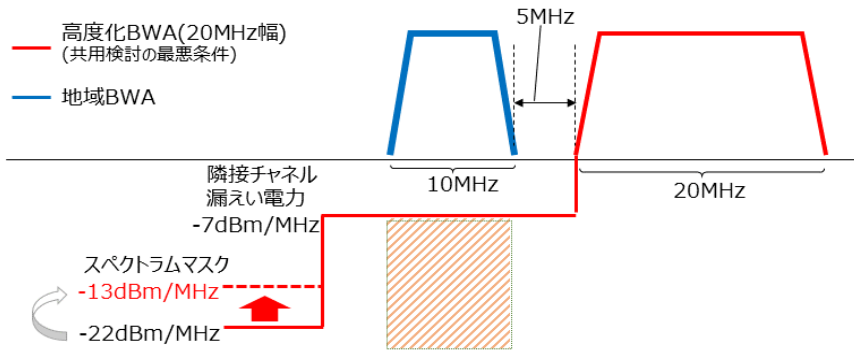


図 2. 5. 2-8 共用検討における対象システム

これらの共用相手の移行等を踏まえ、これまで、高度化 BWA システムの不要発射の強度については、隣接システムとの共用のために -22dBm/MHz と規定されていたが、今後、5G化した BWA の不要発射の強度と同じ -13dBm/MHz とすることが可能かどうか考察するべく、現在もシステムが存在している地域 BWA システムとの共用について検討した。

過去の情通審における検討（平成 25 年 5 月携帯電話等高度化委員会報告）では、地域 BWA と 5MHz 離れた位置に 20MHz 幅の高度化 BWA が存在する場合を最悪条件として検討している。この場合、高度化 BWA から地域 BWA への干渉電力は、隣接チャネル漏えい電力である -7dBm/MHz が適用されることになり、不要発射の強度が -22dBm/MHz から -13dBm/MHz に変わっても、共用検討結果は従来と同じになる。

20MHz高度化BWA⇒10MHzシステム地域BWAへの干渉検討



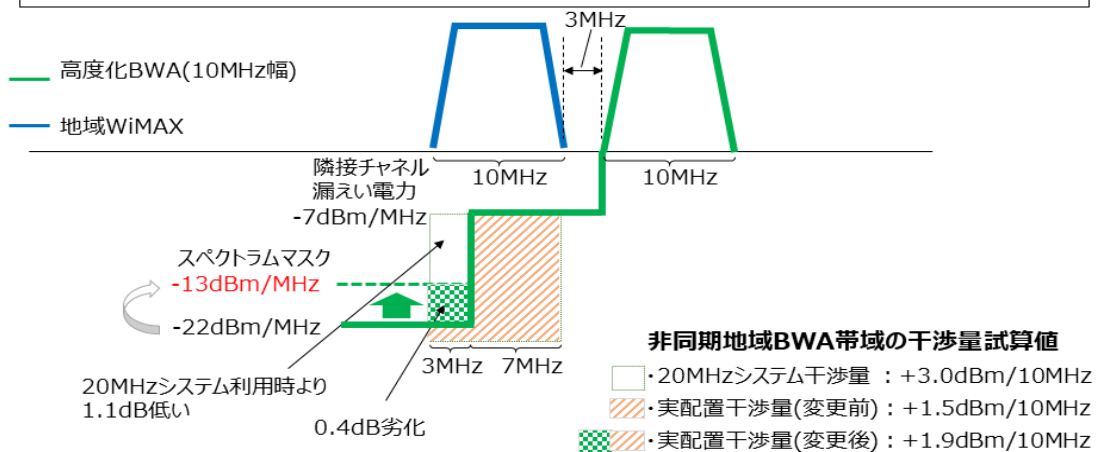
【共用検討結果】

- 所要改善量：43.9dB
- サイトエンジニアリングの併用で共存可能

図 2. 5. 2-9 高度化 BWA (20MHz) における共用検討結果

一方、当時は地域 BWA と 3MHz 離れた位置に 10MHz 幅の高度化 BWA が存在する場合も検討しており、その場合、不要発射の強度が-22dBm/MHz から-13dBm/MHz に上がることで、高度化 BWA から地域 BWA への干渉電力が、当時の検討結果よりも一部増大する。しかしながら、増大後の干渉電力であっても、20MHz 幅の高度化 BWA 使用時の隣接チャンネル漏えい電力の許容値-7dBm/MHz よりも小さいため、影響はないと考えられる。

10MHz高度化BWA⇒10MHzシステム地域BWAへの干渉検討



【共用検討結果】

- 一部干渉量は増大するものの、増加後の干渉量であっても20MHz高度化BWA利用時の干渉量よりも低いため、従来通りサイトエンジニアリングにより対応可能と考えられる。

図 2. 5. 2-10 高度化 BWA (10MHz) における共用検討結果

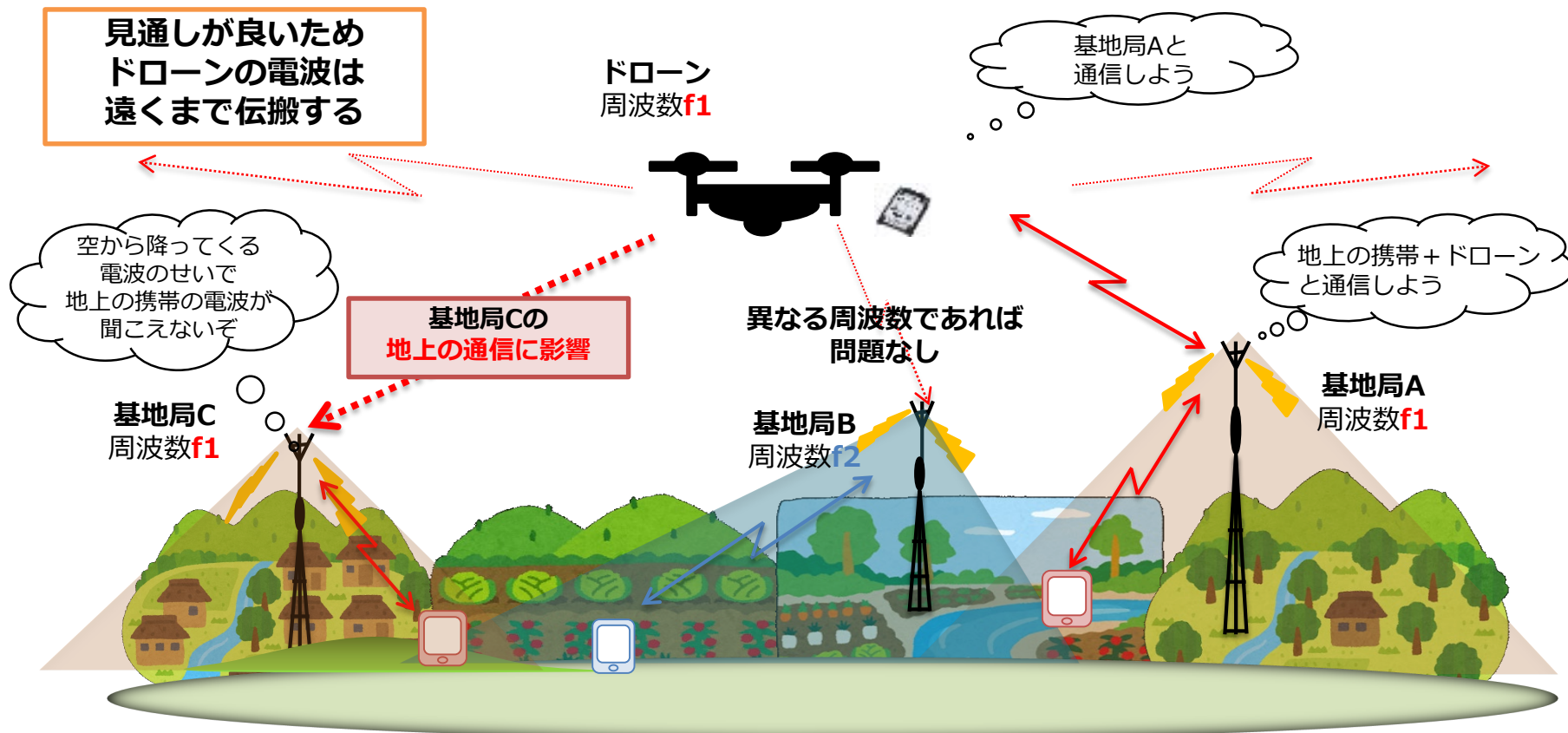
情報通信審議会 情報通信技術分科会
新世代モバイル通信システム委員会報告
概要

「新世代モバイル通信システムの技術的条件」のうち
「携帯電話を無人航空機等（ドローン等）に搭載して上空で利用す
る場合の技術的条件」

新世代モバイル通信システム委員会

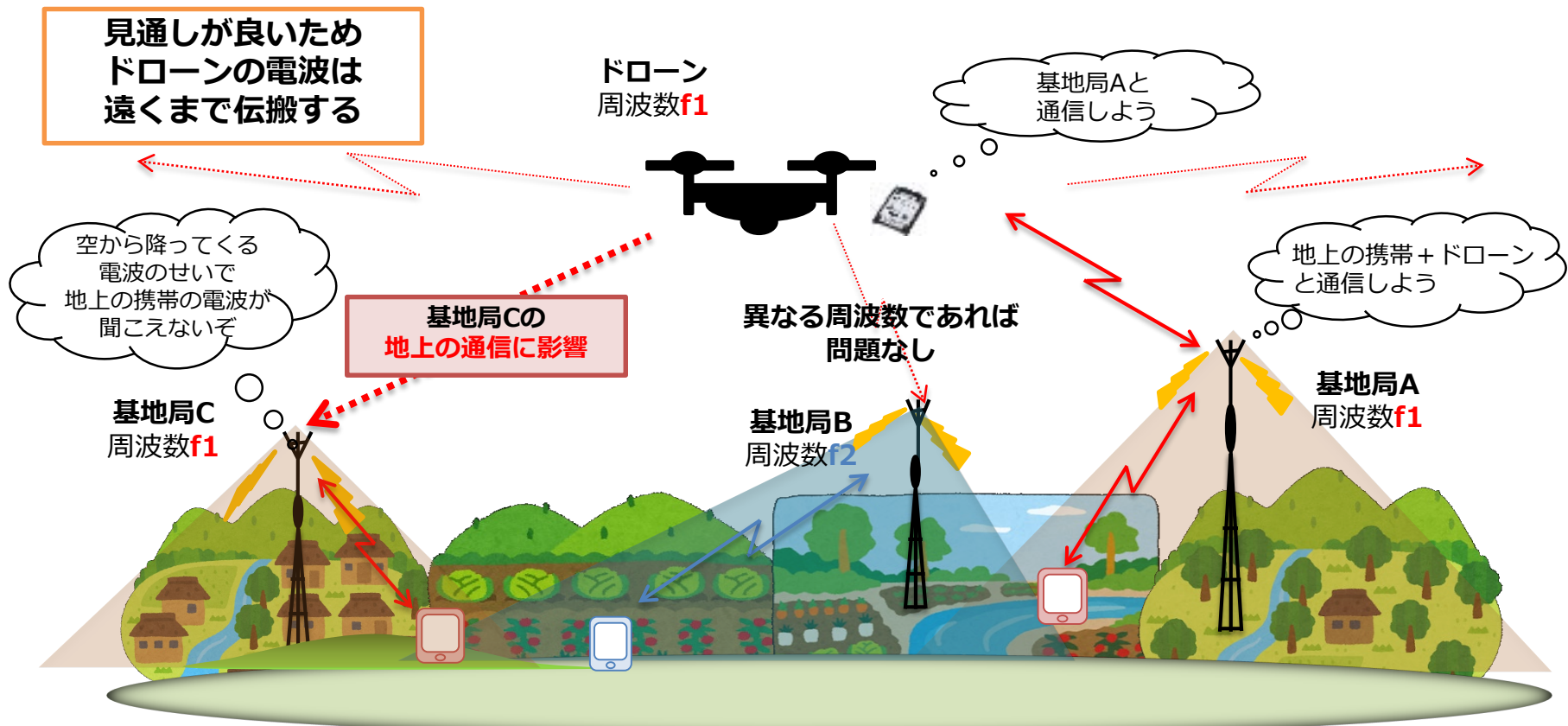
携帯電話の上空利用に向けた期待

- カバーエリアが広く、高速・大容量のデータ伝送が可能な携帯電話システムを、無人航空機等（ドローン等）に搭載し、画像・データ伝送等に活用したいとのニーズが高まっている。
- 一方で、携帯電話システムは地上での利用を前提に構築されているため、携帯電話をドローン等に搭載して上空で利用すると、地上の携帯電話に対して混信を与える恐れがある。



- 無人航空機は、航空法において、地表からの高度が150m以下であり、なおかつ人口集中地区や空港等周辺以外の空域であれば、特段の申請等を行わずとも飛行させることが可能※となっており、農業分野や物流分野に代表される様々な分野での利用拡大が期待されている。
- そうした中で、カバーエリアが広く、高速・大容量のデータ伝送が可能な携帯電話システムを、無人航空機等（ドローン等）に搭載し、画像・データ伝送等に活用したいとのニーズが高まっている。
- 一方で、携帯電話システムは地上での利用を前提に構築されているため、携帯電話をドローン等に搭載して上空で利用すると、地上の携帯電話に対して混信を与える恐れがある。

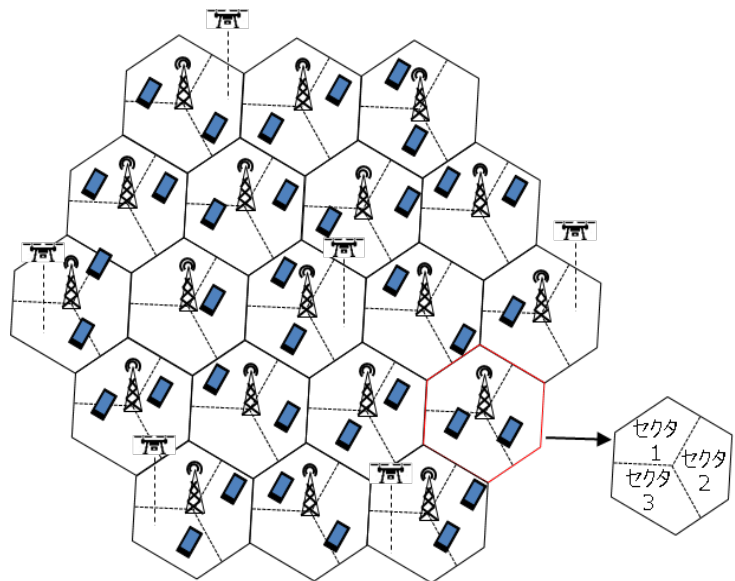
※ 航空法に定められている飛行方法を遵守する必要がある



■ 評価手法

- 3GPP リリース15で規定された送信電力制御機能について、システムレベルシミュレーションにより評価
- シミュレーションモデルは、3GPPで用いられている19セル正規配置モデルを採用(下図参照)
- 正規配置された19セル内に合計855台の移動局がランダムに配置されており、そのうちの一部がドローン等に搭載された場合における携帯網への干渉量の増大を評価
- シミュレーションにおける主なパラメータは下表の通り

シミュレーションにおける主なパラメータ



19セル正規配置モデル、3セクタ構成

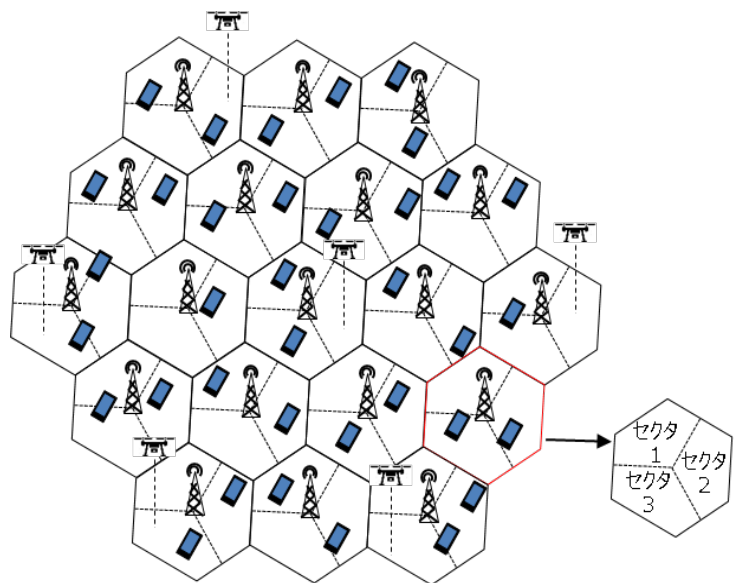
- 地上移動局の伝搬損失モデル
⇒3GPPモデル UMa(都会)、RMa(地方都市)、RMa(ルーラル)
- 上空移動局の伝搬損失モデル
⇒3GPPモデル UMa-AV(都会)、RMa-AV(地方都市)、RMa-AV(ルーラル)

項目	パラメータ	備考
周波数	800MHz、2GHz、2.5GHz、3.5GHz	伝搬特性が同等の周波数帯をまとめて評価
上空端末台数	19台(=1/3台/セクタ=1台/セル)	上空端末割合2.2%
	57台(=1台/セクタ=3台/セル)	上空端末割合6.7%
	171台(=3台/セクタ=9台/セル)	上空端末割合20%
上空端末高度	3m、30m、75m、150m	
地域特性	都会(ISD=200m)	シミュレーション面積:66ha ⇒ 東大本郷キャンパスの1.2倍(=東京ドーム約14個)
	地方都市(ISD=500m)	シミュレーション面積:411ha ⇒ 東京ディズニーランド(+シー)の約4倍
	ルーラル地域(ISD=1732m)	シミュレーション面積:4,936ha ⇒ 練馬区(4,808ha)程度
送信電力制御パラメータ(P ₀)	地上端末 従来: -80dBm リリース15: -80dBm	評価は上空端末向けの送信電力制御が規定されていない従来の送信電力制御との比較により実施
	上空端末 従来: -80dBm リリース15: -90dBm	

■ 評価手法

- 3GPP リリース15で規定された送信電力制御機能について、システムレベルシミュレーションにより評価
- シミュレーションモデルは、3GPPで用いられている19セル正規配置モデルを採用(下図参照)
- 正規配置された19セル内に合計855台の移動局がランダムに配置されており、そのうちの一部がドローン等に搭載された場合における携帯網への干渉量の増大を評価
- シミュレーションにおける主なパラメータは下表の通り

シミュレーションにおける主なパラメータ



19セル正規配置モデル、3セクタ構成

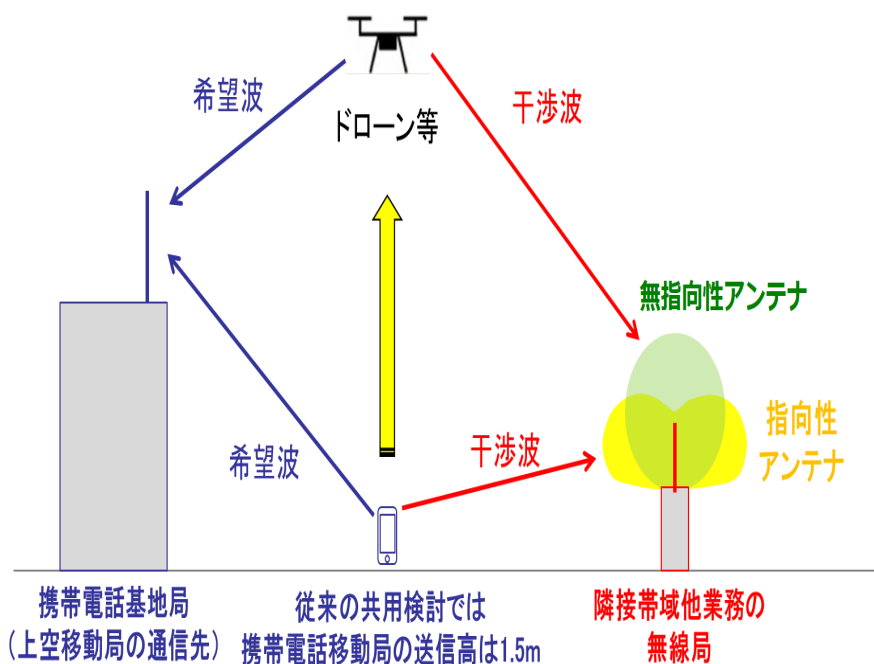
- 地上移動局の伝搬損失モデル
⇒3GPPモデル UMa(都会)、RMa(地方都市)、RMa(ルーラル)
- 上空移動局の伝搬損失モデル
⇒3GPPモデル UMa-AV(都会)、RMa-AV(地方都市)、RMa-AV(ルーラル)

項目	パラメータ	備考
周波数	800MHz、2GHz、2.5GHz、3.5GHz	伝搬特性が同等の周波数帯をまとめて評価
上空端末台数	19台(=1/3台/セクタ=1台/セル)	上空端末割合2.2%
	57台(=1台/セクタ=3台/セル)	上空端末割合6.7%
	171台(=3台/セクタ=9台/セル)	上空端末割合20%
上空端末高度	3m、30m、75m、150m	
地域特性*	都会(ISD=200m)	シミュレーション面積:66ha ⇒ 東大本郷キャンパスの1.2倍(=東京ドーム約14個)
	地方都市(ISD=500m)	シミュレーション面積:411ha ⇒ 東京ディズニーランド(+シー)の約4倍
	ルーラル地域(ISD=1732m)	シミュレーション面積:4,936ha ⇒ 練馬区(4,808ha)程度
送信電力制御パラメータ(P ₀)	地上端末 従来: -80dBm リリース15: -80dBm	評価は上空端末向けの送信電力制御が規定されていない従来との送信電力制御との比較により実施
	上空端末 従来: -80dBm リリース15: -90dBm	

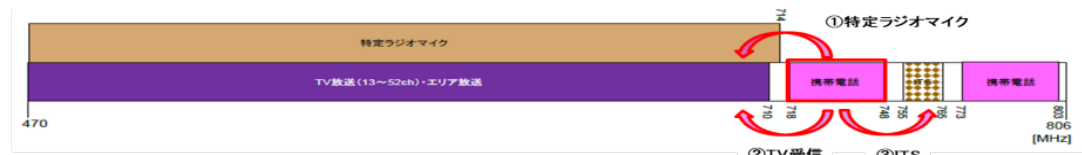
- 情報通信審議会における過去の携帯電話等の移動局との共用検討では、移動局は地上高1.5mで送信する前提で検討を実施。
- 本検討の対象である上空利用においては、移動局が最高で150mの高度から送信する必要があるが、与干渉側、被干渉側共に、それ以外の無線仕様は同じ。
- 過去の共用検討と上空で利用する場合との差分は、与干渉となる移動局高度が上昇することによる被干渉無線局との結合損の変化のみとなる。

共用検討の考え方

上空移動局は最高150mから送信する必要がある



共用検討の対象業務



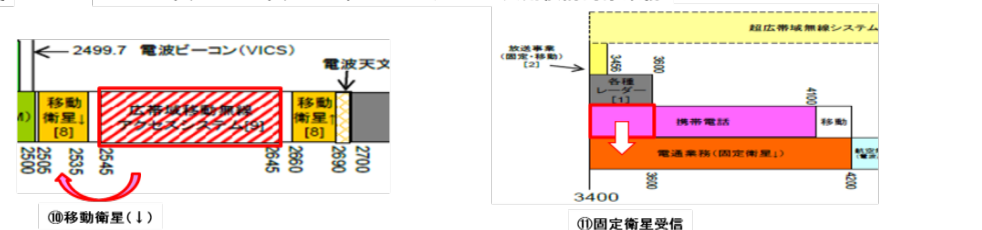
700MHz帯LTEシステムとの共用検討対象業務



800MHz帯、900MHz帯LTEシステムとの共用検討対象業務



1.5GHz帯、1.7GHz帯、2GHz帯LTEシステムとの共用検討対象業務

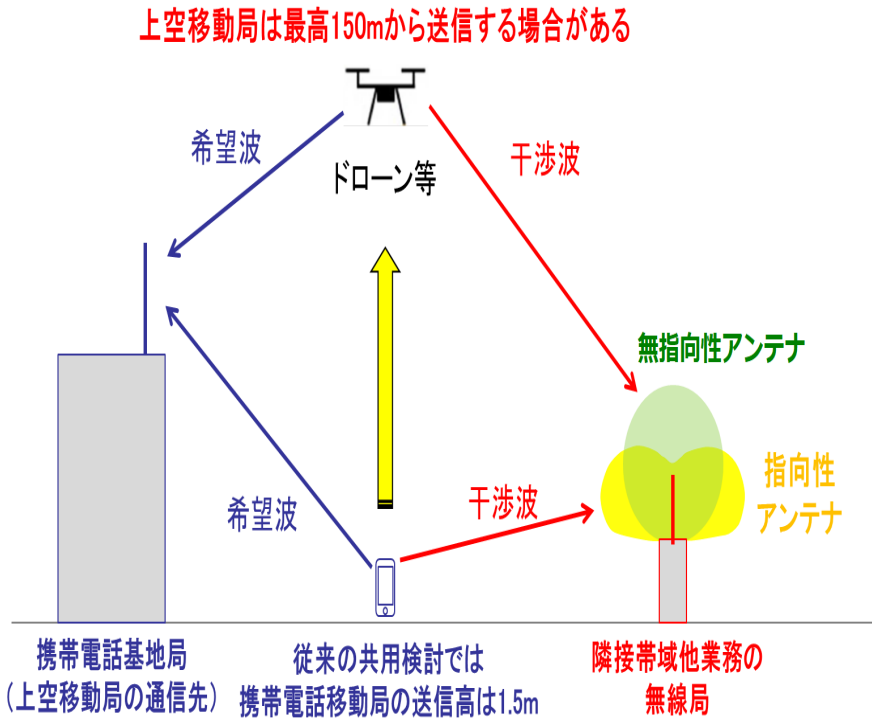


2.5GHz帯BWAシステムとの共用検討対象業務

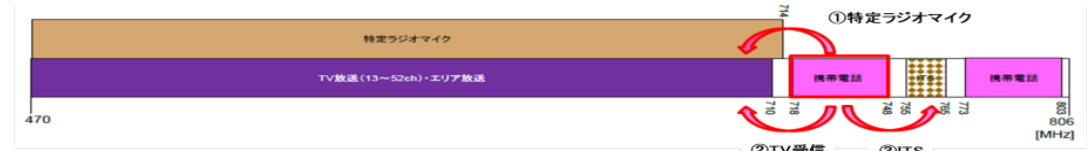
3.4GHz帯、3.5GHz帯LTEシステムとの共用検討対象業務

- 今回の検討では、ドローンの最高飛行高度を150mとしたうえで共用検討を実施。
- 情報通信審議会における過去の携帯電話等の移動局との共用検討では、移動局は地上高1.5mで送信する前提で検討を実施。
- 本検討の対象である上空利用においては、移動局が150mの高度から送信する可能性があるが、与干渉側、被干渉側共に、それ以外の無線仕様は同じ。
- 過去の共用検討と上空で利用する場合との差分は、与干渉となる移動局高度が上昇することによる被干渉無線局との結合損の変化のみとなる。

共用検討の考え方



共用検討の対象業務



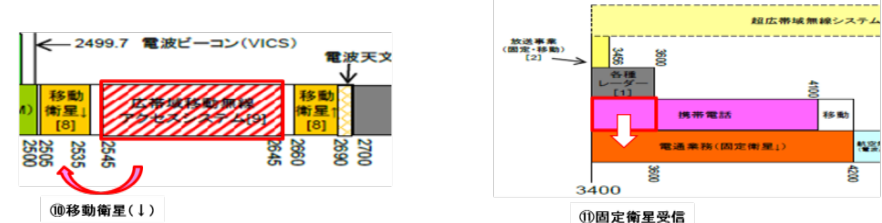
700MHz帯LTEシステムとの共用検討対象業務



800MHz帯、900MHzLTEシステムとの共用検討対象業務



1.5GHz帯、1.7GHz帯、2GHz帯LTEシステムとの共用検討対象業務



2.5GHz帯BWAシステムとの共用検討対象業務

3.4GHz帯、3.5GHz帯LTEシステムとの共用検討対象業務

令和元年度

情報通信審議会 情報通信技術分科会
新世代モバイル通信システム委員会報告

令和 2 年 3 月

新世代モバイル通信システム委員会

IV 検討概要

第1章 携帯電話の上空利用の概要

1. 1 携帯電話の上空利用に向けた期待と課題

近年、世界的に、安価で小型の無人航空機が使われるようになり、ドローンに代表される無人航空機を様々な分野で活用することが注目されている。また、無人航空機活用分野の拡大と共に、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無人航空機等（以下「ドローン等」という）に搭載し、携帯電話網を利用してドローン等の制御や画像・データ伝送等を行いたいとのニーズが高まっている。

携帯電話網を利用するメリット

- ・ 携帯電話と同等速度の通信が可能
- ・ カバーエリアが広いので広域で利用可能

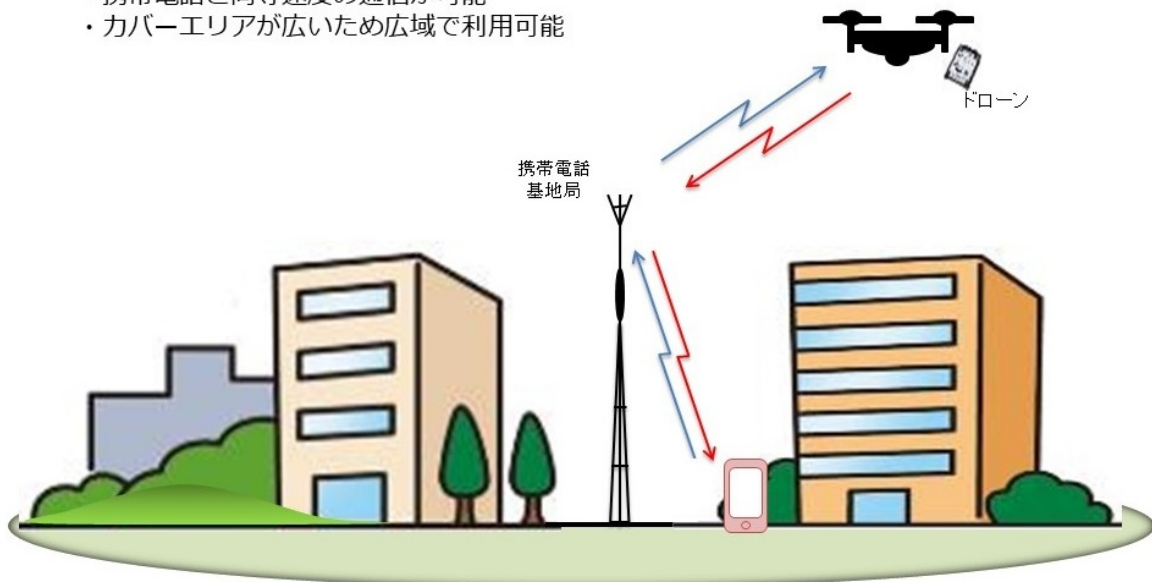


図 1. 1-1 携帯電話の上空利用イメージ図

一方で、携帯電話システムは地上での利用を前提にシステムが構成されており、隣接しない携帯電話基地局同士が同じ周波数を使用することで、周波数利用効率を上げつつ高速通信を行えるようになっている。

そのなかで、携帯電話をドローン等に搭載し、上空から電波を発射した場合、本来見通し外であり、電波が届くことのなかった遠方の同じ周波数を使用する携帯電話基地局に対して電波が届くこととなり、混信が生じる恐れがある。

IV 検討概要

第1章 携帯電話の上空利用の概要

1. 1 携帯電話の上空利用に向けた期待と課題

無人航空機は、航空法において、地表からの高度が150m以下であり、なおかつ人口集中地区や空港等周辺以外の空域であれば、特段の申請等を行わずとも飛行させることが可能となっており、農業分野や物流分野等々に代表される様々な分野での利用拡大が期待されている。そうした中で、無人航空機活用分野の拡大と共に、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無人航空機等（以下「ドローン等」という）に搭載し、携帯電話網を利用してドローン等の制御や画像・データ伝送等を行いたいとのニーズが高まっている。

携帯電話網を利用するメリット

- ・ 携帯電話と同等速度の通信が可能
- ・ カバーエリアが広いため広域で利用可能

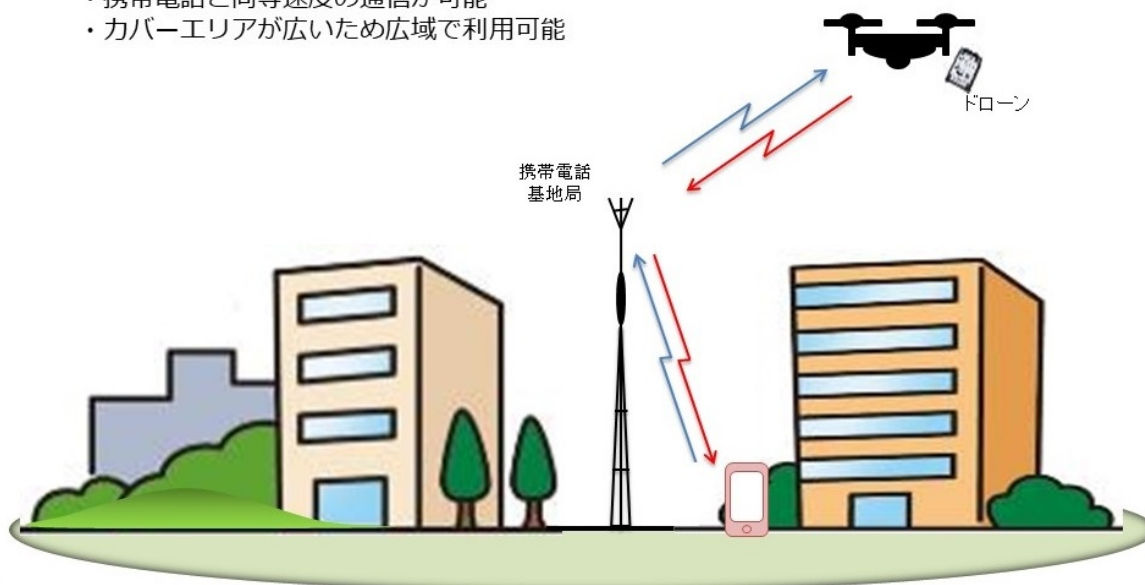


図 1. 1-1 携帯電話の上空利用イメージ図

一方で、携帯電話システムは地上での利用を前提にシステムが構成されており、隣接しない携帯電話基地局同士が同じ周波数を使用することで、周波数利用効率を上げつつ高速通信を行えるようになっている。

そのなかで、携帯電話をドローン等に搭載し、上空から電波を発射した場合、本来見通し外であり、電波が届くことのなかった遠方の同じ周波数を使用する携帯電話基地局に対して電波が届くこととなり、混信が生じる恐れがある。

2. 3 他システムとの共用検討

2. 3. 1 共用検討の考え方

情報通信審議会における携帯電話等の移動局との共用検討では、移動局は地上高 1.5m で送信する前提で検討を行っている。本検討の対象である上空利用においては、移動局が最高で 150m の高度から送信する可能性があるが、与干渉側、被干渉側共に、それ以外の無線仕様は同じである。従って、過去の共用検討と上空で利用する場合との差分は、与干渉となる移動局高度が上昇することによる被干渉無線局との結合損の変化だけである。

結合損は、与干渉局の飛行による離隔距離の増減、被干渉無線局の受信アンテナ指向性の差分により決まるため、これらの要因を基に、以下のステップで検討を進める。

- 共用検討対象業務毎の過去の共用条件等の整理
- 移動局高度上昇時の干渉影響評価（被干渉局が無指向性アンテナの場合）
- 移動局高度上昇時の干渉影響評価（被干渉局が指向性アンテナの場合）

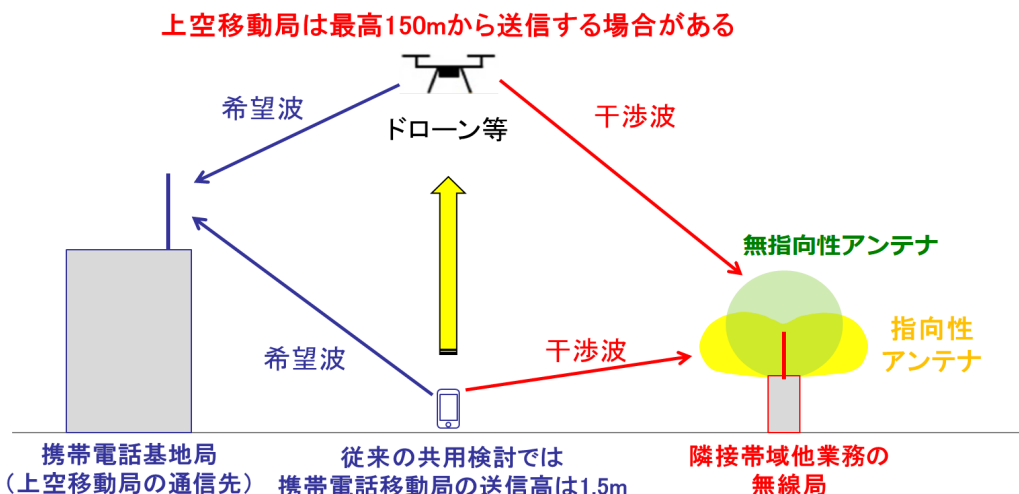


図 2. 3. 1-1 被干渉局の受信アンテナ特性による影響度の違い

2. 3. 2 共用検討対象業務毎の過去の共用条件等の整理

現在、国内で運用されている携帯電話等システムの周波数配置と、今回の共用検討の対象となる既存業務の周波数配置を図 2. 3. 2-1 に示す。携帯電話等システムが上空で利用される場合における過去の共用検討との差分は移動局の高度のみであるため、共用検討対象となる周波数帯は、携帯電話等システムの上り帯域のみとなる

2. 3 他システムとの共用検討

2. 3. 1 共用検討の考え方

今回の検討では、ドローンの最高飛行高度を 150m としたうえで共用検討を行う。情報通信審議会における過去の携帯電話等の移動局との共用検討では、移動局は地上高 1.5m で送信する前提で検討を行っている。本検討の対象である上空利用においては、移動局が最高で 150m の高度から送信する可能性があるが、与干渉側、被干渉側共に、それ以外の無線仕様は同じである。従って、過去の共用検討と上空で利用する場合との差分は、与干渉となる移動局高度が上昇することによる被干渉無線局との結合損の変化だけである。

結合損は、与干渉局の飛行による離隔距離の増減、被干渉無線局の受信アンテナ指向性の差分により決まるため、これらの要因を基に、以下のステップで検討を進める。

- 共用検討対象業務毎の過去の共用条件等の整理
- 移動局高度上昇時の干渉影響評価（被干渉局が無指向性アンテナの場合）
- 移動局高度上昇時の干渉影響評価（被干渉局が指向性アンテナの場合）

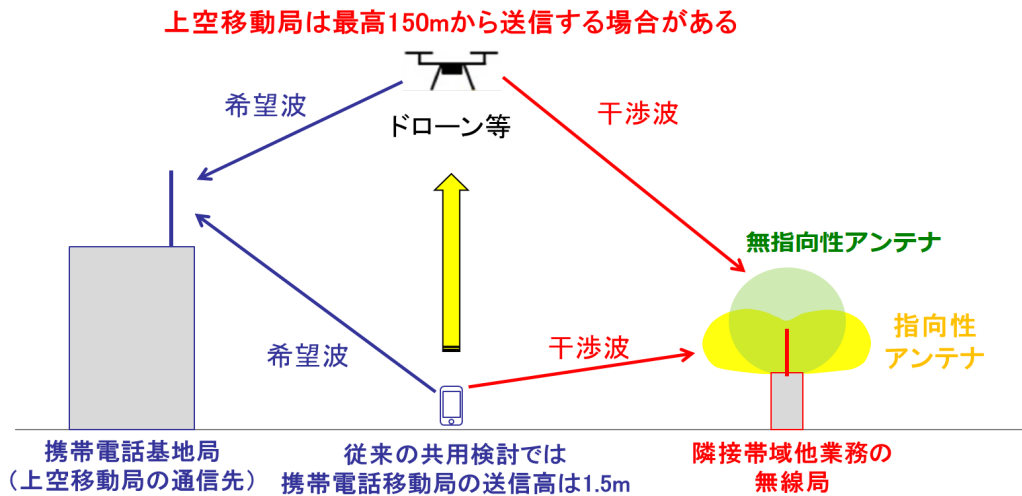


図 2. 3. 1-1 被干渉局の受信アンテナ特性による影響度の違い

2. 3. 2 共用検討対象業務毎の過去の共用条件等の整理

現在、国内で運用されている携帯電話等システムの周波数配置と、今回の共用検討の対象となる既存業務の周波数配置を図 2. 3. 2-1 に示す。携帯電話等システムが上空で利用される場合における過去の共用検討との差分は移動局の高度のみであるため、共用検討対象となる周波数帯は、携帯電話等システムの上り帯域のみとなる