

# 電波利用料による研究開発等の評価に関する会合（第100回） 議事要旨

日時：令和3年3月12日（金）9：30～  
※ Web会議により開催

## 議 事 次 第

### 1 開会

### 2 議事

- （1）周波数ひっ迫対策技術試験事務 令和3年度継続案件 継続評価
- （2）周波数ひっ迫対策のための国際標準化連絡調整事務 令和3年度継続案件 継続評価
- （3）電波資源拡大のための研究開発 令和3年度継続案件 継続評価
- （4）その他

### 3 閉会

## 1 開会

## 2 議事

### (1) 周波数ひっ迫対策技術試験事務 令和3年度継続案件 継続評価

構成員の主なコメントとそれに対する対応は以下のとおり。

#### ①X帯沿岸監視用レーダー等の高度化のための技術的条件に関する調査検討

○干渉シミュレーションでは、波の高さ等様々なパラメータが関係してくると思うが、その辺りはどうなっているか。

→今年度実施したのは、9.8GHz帯のレーダーが9.7GHz帯の既存レーダーに与える影響についてであり、詳細な調査については来年度以降を予定している。

○国際市場を考慮していると理解した。海外について検討しているのであれば、どのようなカテゴリで考えているのか。

→国際基準としてはIALAガイドラインに沿ったものを考えている。これまでは、IALAベーシッククラスのものが多く使用されているが、今後はより高性能のIALAスタンダードクラスのものが増えていくと思われ、それを考慮していく。

#### ②次世代高機能レーダーの導入による周波数の有効利用のための技術的条件に関する調査検討

○nullを形成して対向レーダーの方向に干渉軽減を得られたというのは分かるが、主ビームの仰角も上がってしまっている。その対応はあるのか。

→ビームの種類は、主ビームやサイドローブ等いくつかあるが、干渉相手と主ビームの方向が一致する場合には主ビームの方向をずらすしかない。その場合、弱い雨が観測できなくなるが、従来は送信ブランキングとして電波を止めて観測できなくしていたものから一部観測できるようになるため改善としているもの。また、サイドローブが干渉している場合には、主ビームをそのままにしてデメリットなしで軽減できる。

○気象レーダーについて、C帯とX帯の2つの帯域を検討しているがどのように使い分けるのか。

→C帯は日本全国をカバーする用途で使用している。X帯は都市部や特定エリア等を細か

く見るものである。

### ③放送用周波数を有効活用する技術方策に関する調査検討

○LDM方式の東京実験試験局を用いた電界強度測定におけるコンタ図について、比較的北西に電界強度エリアが拡張しているが、何か理由があるのか。

→地形等の影響であると考え。UL、LLともに変調方式16QAMを使用することで、かなりのエリアがカバーされることを確認しているため、さらに検討を進めていきたいと考えている。

○実験試験局を用いた実フィールド調査について、これまで本州3カ所、九州1カ所の計4カ所で実施しているが、東京より北側の地域においては特有の地形などがあり実験を行う必要があると考えられる。来年度以降は北側の地域でも実施するのか。

→様々な地形における検証が必要であるため、できれば北側の地域でも実施したいところである。しかし、実証実験を実施した4カ所で得られたデータを基に、他の地域での電波特性を推測するようなアプローチでまずは考えて参りたい。

### ④BS放送用周波数の効率的な利用に関する調査検討

○4K化のロードマップはどのようになっているか。2Kから4Kへの移行が既定路線になっているように聞こえるが、受信機買い換えの問題もあるので、視聴者に大きな影響がないようにすべきと考える。

→2K放送をいつまでに4K放送に切り替えるというような具体的なスケジュールは決まっていない。4K対応受信機の販売台数は順調に伸びてきているが、そういった状況を見ながら、今後検討していくものと考えている。

○隣接波への影響について、リグロース成分の問題が懸念されるとしながら、実際には全く影響がなかったという結論は、はしごを外されたようにも感じるが、どのような認識か。

→当初は隣接波への影響があると想定していたが、結果として、予想よりかなり影響が小さいという結果が得られたもの。

### ⑤良好な電波環境の維持のための設置場所測定方法の調査検討

○測定結果について、CISPRにどこまで反映されているかわからないが、一般的なことを

確認したという印象を受ける。

→設置場所での測定方法の検討は、CISPRでまさに議論がされているところ。国際的な動向も踏まえつつ、国内での検討を開始した。また、一般的な内容かもしれないが、技試の中で検討会を設置し、有識者のコンセンサスとしてまとめあげた。それをガイドンスとしていくことに意味がある。

○今年度は医療機関に限定し、次年度は違うことを実施するとのことだが、新たな知見が得られると考えているのか。

→場所と対象で大分変わってくるものと考えている。今年度はMRIなどの医療機関内で壁に囲まれた利用環境での測定を行ったが、来年度は大型バス用のWPTの測定を予定しており、これらは屋外設置になるため、新しい留意事項が出てくる可能性もあり、確認したい。

#### ⑥特定無線設備の放射測定における試験方法等に関する調査検討

○5G以外の様々な特定無線設備があり、それぞれ形状は異なるが、これに関して何か測定上の特徴はあるか。

→波長に比べ空中線が小さいものは、筐体や周囲の影響を受けやすく、相対的に誤差が大きくなる。また、各周波数帯の無線設備ごとに放射方向に特徴があり、その方向の特定が難しい。

○今後のOTA対象の機器は、携帯電話でニーズが高いと認識するが、携帯電話以外でOTA測定の要望のある機器や周波数帯はあるのか。

→まずは、OTAでないと測定できない機器が対象になると考えている。そのため28GHz帯の携帯端末等、今後の高い周波数を利用する5G端末のニーズは大きいと思う。特性試験全体に占めるOTA試験の割合はまだ高いものではない状況であるが、今後、高い周波数帯の利用が広がれば、OTA測定の要望のある無線設備は増加していくと考える。

#### ⑦5.9GHz帯V2X用通信システムに関する技術的検討

○共用が厳しいということで、既存システムに移行して貰う可能性はあるのか。5.8GHz帯においては、ETC車載機のイメージ受信の問題もある。

→可能性としてはあり得る。ただ、ETC車載機については既に8,000万台以上の市場に普及しており、そういった事情も考慮する必要がある。

○5.9GHz帯をV2Xに用いるのは良いが、導入に至るまでのシナリオはあるのか。海外でこういった動きがある、国内でこういった検討がある、などがあれば教えて欲しい。

→内閣府SIPにおいて、自動運転社会で通信が必要な25のユースケースとそのユースケース実現に必要な仕様について検討している。通信要件は何か、これらユースケースは導入済みの760MHz帯ITSシステムで收容可能か、5.9GHz帯が本当に必要なのか等について、国内で関係者を交え議論を行っている。そちらとも連携しながら検討を進めていきたい。

### ⑧公共安全LTEの実現のための安定性・信頼性向上に向けた技術的検討

○平時における優先度の高い接続を検討されている印象を受ける。PS-LTEは、MVNOを利用することのことだが、災害時の実運用に耐えるのか。単に優先度の高い電話網ということにならないよう、留意することが重要である。

→当初、複数省庁に参加いただいて、災害時を想定した訓練での検証を予定していたが、新型コロナウイルスの感染拡大に伴い、軒並み中止となってしまい、昨日の3.11の訓練でようやく検証することができた。災害時の実運用に耐えるか検証することは重要であるため、令和3年度に引き続きしっかり取り組みたい。

○緊急時においてPS-LTEを優先した場合、一般の方の携帯電話が著しく制限されることにならないのか。

→一般の方の携帯電話利用に大きな支障が生じないように、サービス設計や優先度合い等の検討することが重要と認識している。PS-LTEはパケット通信のため、どれほど輻輳の影響があるか、しっかり検討してまいりたい。

(2) 周波数ひっ迫対策のための国際標準化連絡調整事務 令和3年度継続案件 継続評価  
構成員の主なコメントとそれに対する対応は以下のとおり。

### ①海上無線通信の高度化に関する国際機関等との連絡調整事務

○本年が最後の年で、これまで改正案の提出等様々な取り組みをしている事は理解できるが、どの辺まで進んでいるのか。施策としては来年度が最後で、2023年WRC-23までに1年空くが、どのように進展するのか。

→当初計画していた活動はほぼ想定通りに進んでおり、次世代GMDSS関連既存機器性能基準改正に関して2023年までに終了する予定。一部については、コロナの影響により検討スケジュールが遅れており、少し時間が必要となっている。また、WRC-23で新たに議題設定された内容については引き続き検討が必要と考えるため、別途、技術試験事務等により活動を継続したいと考えている。

○コロナ下で出張ができなくなっている事について、予算はどうなっているのか。どのように対応しているのか。

→コロナ拡大に伴い、会議がすべてWeb開催に変更となった。対面での会合はなくなったが、一方でオンライン開催により、開催期間の延長や対応が増えたものもあり、若干影響が出ている。これらについては、契約変更により対応している。また、一部については、開催年度から検討が遅れており、引き続き検討していきたいと考えている。

### ②多様化する空域での電波利用技術の国際協調のための国際機関等との連絡調整事務

○空飛ぶ車等色々小型のUASがあるが、国内の動向とはうまくリンクしているのか。

→国内の関係者と検討会を開いており、情報の共有を行っている。国内では官民協議会など様々な検討の場があり、その場でも情報交換を行っていききたい。

○目視外飛行を実現するために操縦者免許と機体免許の両方の検討を進めていくことになるが、画像伝送の帯域と併せて検討しなければならないのではないかと。独立の周波数で対応することも一案ではあるものの、視野に入れるべきではないかと。

→目視外飛行にあたっては画像伝送が必要になることは共通認識であるため、どのようなユースケースで、どの程度の通信距離を要するのか等を踏まえながら検討を進めるべきと考えている。

### ③大容量通信時代に向けた固定無線システムの高度化のための国際機関等との連絡調整事務

○ITU-R WP5C及びAPTに高周波数帯アンテナパターンを入力したとあるが、これOAMのアンテナパターンという理解でよいか。

→APTに入力したD帯アンテナパターンはOAMの研究開発（ミリ波帯における大容量伝送を実現するOAMモード多重伝送技術の研究開発）成果のアンテナパターンである。また、ITU-R WP5Cに直接入力したものはOAMの研究開発成果とは異なる220-330GHz帯アンテナ

パターンを入力している。

○会合スケジュールについて、ITU-R SG5関連会合やSG3関連会合の開催回数が異なっているのは、会期全体の流れとして決まっているためなのか。

→WRC関連会合やAPG会合は日程が決まっており、それら会合に向けてSG5関連会合やSG3関連会合が開催されている。会合参加者はスケジュールを踏まえ、いつまでにどのような成果を出さなければならないか理解をした上で議論を行っている。SG3のように開催回数が少ない会合については、会合期間外にもメール等で議論を行っているため、十分な議論はできていると認識している。

#### ④板状電子走査アレイアンテナの国際標準化のための国際機関等との連絡調整事務

○コロナウイルス流行のため、オンライン会議が多くなったと思われるが、進捗状況に影響はあったのか。

→実会合時よりも開催期間が短く、オフライン会合の時間を取ることも難しいため、通常に比べると進捗は遅れているので、危機感を持ちつつ、検討を進めている。

○最終年度に勧告・報告化を目指しているとあるが、DR (draft recommendation) を目指さないのか。

→今年が開発最終年度であり、初動が遅れていることから、PDR (preliminary draft recommendation) としたが、DRを目指す。

### (3) 電波資源拡大のための研究開発 令和3年度継続案件 継続評価

構成員の主なコメントとそれに対する対応は以下のとおり。

#### ①仮想空間における電波模擬システム技術の高度化

○レイトレースで大事なところは、構造物の物質的な特性を入れられるかということと思う。鉄骨が入っているコンクリートや、高い周波数帯における表面凹凸による散乱など、様々な誤差要因があると考えられる。非破壊による測定と散乱への対応について、どのように対応するのか。

→電気的特性については、ご指摘頂いたように一様でない物体も今後モデル化していきたい。その際、2点目のご指摘のように表面の凹凸と合わせ、レイトレーシングで標

準的に実装されている正規反射に加えて、拡散散乱のような非正規反射をモデル化していく中で、電気定数と合わせて検討してモデル化していきたい。

○6つの場合に分けて研究開発を行っており、場所によってスペックが違う。データの取得において、スペックや場所を明確にして測定しているのか。それともモデルプランのようなものを作っているのか。

→今年度は1年目として、エミュレータで一番重要なバリデーションができる基礎データを取ることとした。決められた環境を一例として測定し、その環境でバリデーションした後に、測定環境を発展させていこうと考えている。

#### ②5.7GHz帯における高効率周波数利用技術の研究開発

○標準化についての記述がないが標準化は必要ないのか。

→取り組まなければいけないと考えている。報告書では書いていないが、ドローンの電波の運用調整をしているJUTMへ採用の働きかけをしていく。

○ドローンを飛行させながら実施しているのか。もし止まっているとすると、新規性がないのではないか。

→実際に飛行させて測定する。目標としては飛んで移動するドローンを想定して、100km/hでも映像伝送が行えることを目標に取り組んでいる。

#### ③無人航空機の目視外飛行における周波数の有効利用技術の研究開発

○国際標準化について提案が多いがこれは何か理由があるのか。日本が先行して提案してリーダーシップをとっているというような評価で良いか。

→然り。米国の航空無線技術委員会（RTCA）に日本の案として提案している。他にも米国とフランスが提案しており、3つの案についてICAOでも検討されている。

○技術課題アで得られる成果はどのようなものなのか。数式なのか、プログラムである場所、ある時間、ある地点での電波強度や干渉強度が分かるものなのか。

→電波環境のデータベース化であるが、2.4GHz帯や5.7GHz帯がどのような使われ方をしているのか、上空100mでの電界強度を測定して、他の地域をシミュレーションして、データベースを構築してその結果、「こういう空域ではこういうルートを飛ぶ」というものを作る。

#### ④HAPSを利用した無線通信システムに係る周波数有効利用技術に関する研究開発



○固定通信と移動通信で大きく研究を分けて進めているが、それらの連携の内容について説明してほしい。

→固定系と移動系については、今のところ個別にやっているが、今後固定系でいうと基地局向けのバックホール回線を提供することを考えている。基地局自体が移動することも考えられるため、連携がより強く必要になると思う。例えば伝搬等、今後その辺りの検討をしていきたい。

○本来は開口径60cmのアンテナだが、今回はスケールモデルと言うことで30cmとなっている。スケールモデルということは周波数2倍の80GHz程度のアンテナを作ったということの良いか。

→60cmのサイズのレンズはこれまで経験がなく、30cmの物なら既存の様々な設計例及び製作実績があるので、それに倣ってまずは提案の方式による実現しやすいところでアンテナビーム走査技術の評価を行っている。

#### ⑤第5世代移動通信システムの更なる高度化に向けた研究開発

○到達目標として、トラフィックが5倍の環境下で品質要求が95%、サービス継続性が99.5%という、明確な数字が掲げられている。これらの目標をどのように達成するかはブレイクダウンされているか。

→令和2年度にブレイクダウンを進めている。令和3年度から、それぞれの課題間の具体的なオーケストレーションを含めた実証を考えていく予定である。

○低損失な導波路を使うと書いてあるが、どういったものか。

→アンテナと一体型の導波路で、フルデジタルビームフォーミング向けに試作している。エネルギー効率を上げるために、マイクロストリップラインではなく、導波管を直接アンテナに繋げている。

#### ⑥セキュリティ強化に向けた移動物体高度認識レーダー基盤技術の研究開発

○衣服の中やカバンの中に隠し持った危険物を認識する場合にどのくらいの精度で認識できるか。

→既存イメージャーを使った収集で、布の種類を変えてデータ収集を行っている範囲では、皮を含めて透過して見えている状況。

○危険物の識別はどのようにおこなうのか。

→1次スクリーニングとして、もっと広いエリアにおいてアクティブレーダーで危険物を持っている確率の高そうな人を探し出す。このデータを課題イで開発するデータベースでカメラ情報等と紐づけ追跡する。これを繰り返し、確率の高そうな人を誘導してイメージャーで2次スクリーニングを行う。

#### ⑦同期・多数接続信号処理を可能とするバックスキュッタ通信技術の研究開発

○バックスキュッタで同期多元接続通信するのが重要なポイントと理解した。同時接続数、端末数の現実的な目標はどのくらいか。

→産業的な要望は幅広くある。押し並べてみて100chできると色々なアプリケーションに適用できると考えている。ただ、920MHzだと帯域が3.6MHzなので、一つの質問機で100chに対応する数は難しいと考えている。3台程度の質問器を使って、25個から30個程度のセンサを割り当て、周波数を繰り返し利用して実現する予定である。

○来年度の計画について、アンテナがこういうものの小型化を実現する鍵になる。アンテナ自身について偏平依存や指向性とか様々な要求があると思う。現在どのようなアンテナを考えているのか。

→まずは基本的なパッチアンテナとダイポールアンテナに取り組んでいる。今産業界から求められているのは薄型のものである。フレキシブルプリント基板に載せるアンテナを開発している。

#### ⑧5G基地局共用技術に関する研究開発

○共用RUについて、世界的に流れが進んでいるのか。標準化や特許が必要になるのか。

→これまで共用基地局の議論はあったが、RU共用の話は無かった。今年からShared RUとしてO-RANで議論が始まっており、議論にも参加している。

○今年度Sub6を製造したとあるが、来年度はどのようなことを実施するのか。

→Sub6の原理試作装置を用いて、オペレータ独立のビームフォーミング共用の研究開発を実施する。

#### ⑨不要電波の高分解能計測・解析技術を活用したノイズ抑制技術の研究開発

○抑制効果10dBは大きいですが、これは相対値と思う。絶対値では、いくらぐらいにしないといけないのか。

→例えばLTEは3GPP規格で-100dBm/帯域内であり、これに対して10dB下げることになる。  
最終的な到達地点は、所定距離で受信感度が得られるようにしたい。

○コストの面で問題はないのか。

→既存後付けノイズ抑制シートと同等コストで基板内蔵用に仮形成するシート状磁性体自体は製造できる。基板内部実装プロセスのコストは課題Aの実機試験と連携して詰めていく段階であり、コストも考慮して世の中に広めていけるように仕上げていく。

#### ⑩高ノイズ環境における周波数共用のための適応メディアアクセス制御に関する研究開発

○バックスキヤッタ通信の実験系について、電波伝搬損を模擬するアテネータが20dBと小さいように思われるが、これは回線設計上、問題はないのか。

→電波暗室内の実空間で実験を行った上で、バックスキヤッタの伝搬距離として2~3m程度得られることを確認しており、特段の問題はないと考えている。

○新規性は主にどこにあるのか。

→MAC層を含めて通信ネットワーク全体のバランスを考慮して調整を行うところに新規性があると考えている。

#### ⑪多様なユースケースに対応するためのKa帯衛星の制御に関する研究開発

○2023年度へ打上げ年度が遅れたことで、スケジュール上はどのように変わったのか。

→当初2023年度は基礎実証を予定していたが、打上げ延期の影響で軌道上での基礎実証が不可能となったため、地上での評価を充実させるため、地上総合性能評価を実施予定である。

○世の中は小型の非静止衛星が主流になりつつある。大型の静止衛星だけでなく、小型の非静止にも適応できる特許を取得していただきたい。

#### ⑫電波の有効利用のためのIoTマルウェア無害化／無機能化技術等に関する研究開発

○ハニーポットを設置して検体を収集し解析するというので、採択時にも質問したが、収集する場所によってもデータの量は違うが、そういった数字よりも未知の攻撃をいかに検知するかがインパクトも大きく大事だと考える。その点についてはどうか。

→現状はプロトタイプの実装で仮の収集を始めたところであり、提案した内容を評価で

きる状況ではない。一方で我々は、IoTマルウェアの検体としては世界有数のデータセットを持っており、その中には、数はまだ少ないが持続感染をするマルウェアという、駆除も難しく、今後インパクトが大きくなるようなものが入ってきているのも確認できている。

○特許や標準化活動が少ないようだが、論文で出す方が重要なのか。

→最近の大きな流れとして、サイバーセキュリティの研究開発成果は査読付き口頭論文発表等で早く世に出して広め、対策を講じている。特許とは両立しづらい部分がある。特許案件はR4に1件を目標として掲げている。成果によっては特許につながる案件もあると考えるので、さらに検討を進め、可能な範囲で出願していきたい。

#### ⑬集積電子デバイスによる大容量映像の非圧縮低電力無線伝送技術の研究開発

○ビーム制御技術について、スイッチングをしているのか。どういう使い方をしているのか説明が欲しい。

→一次放射器を直列に設置してOnとOffの制御をすることと、レンズを併用することで位相制御と同等の機能を実現している。

○パワーアンプの出力が十分に得られないではないか、という懸念がある。素子の切り替えによるビームフォーミングでは、送信出力が低いことから通信距離が期待できないのではないかと。レンズを使って利得を稼いでいるにしても、切り替え方式にこだわる理由は何か。

→アレーアンテナとレンズの両者の長所を取り入れたものを目指しており、まさにこれから実現をしようと進めている。今後、実用上でも問題無いシステムを目指していきたい。

#### ⑭ミリ波帯におけるロボット等のワイヤフリー化に向けた無線制御技術の研究開発

○ワイヤレス給電は距離が近い方が電力は伝わりやすい。また、アームは動くので、どういったときに給電したらいいか考えないといけない。連続的に給電するのではなく、ある最適値で信号を送っているということか。

→負荷のところに常に24Vの電流をかけている。負荷が電力を求めると、そこに電流が流れるような機構である。負荷が求めたときに電流を流すことによって、電圧は常に一定ということ回路技術で保証している。

○ミリ波通信について、近距離間でミリ波を使うことも魅力的かと思うが、上位のプロ

トコルを乗せてみることやどれくらいの伝送速度まで飛躍させるかなど、さらなる検討はあるのか。

→既にプロトコルは実装している。伝送速度は1Mbpsで、ミリ波としては遅めであるが、制御情報を送るには十分だとは考えている。伝送速度を遅くしたことにより、源発信器の変動の影響を受けやすいことが分かったため、来年度は速度を上げる、別の方法で周波数を調整する等、機構を考える予定。

#### (4) その他

今後の評価会合日程等の周知を行った。

#### 【総括】

構成員から事務局へ評価調書が提出された。

以上

電波利用料による研究開発等の評価に関する会合（第100回）  
構成員一覧

氏名	所属
岩井 誠人	同志社大学 教授
井家上 哲史	明治大学 専任教授
大柴 小枝子	京都工芸繊維大学 教授
加藤 寧	東北大学大学院 教授
笹瀬 巖	慶應義塾大学 教授
太郎丸 眞	福岡大学 教授
橋本 修	青山学院大学 教授
長谷山 美紀	北海道大学 副学長
前原 文明	早稲田大学 教授
山尾 泰	電気通信大学 客員教授