

# 電波利用料による研究開発等の評価に関する会合（第97回） 議事要旨

日時：令和2年8月4日（火）10：30～  
形式：Web会議にて開催

## 議 事 次 第

### 1 開会

### 2 議事

- (1) 電波資源拡大のための研究開発 令和2年度採択評価
- (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年度事前評価
- (3) 電波資源拡大のための研究開発 令和3年度事前評価
- (4) 周波数ひっ迫対策技術試験事務 令和3年度事前評価
- (5) その他

### 3 閉会

## 1 開会

## 2 議事

### (1) 電波資源拡大のための研究開発 令和2年度採択評価

本研究開発案件の提案者による説明後に質疑応答がなされた。

(個々の提案に関する質疑応答は非公開。)

### (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年度事前評価

各連絡調整事務案件の担当者による説明後の主な質疑応答は以下のとおり。

#### ①空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムの国際標準化に向けた国際機関等との連絡調整事務

○ワイヤレス電力伝送は10m程度が伝送距離かと思うが、本連絡調整事務の対象はトラックや自動車になるのか。10mも離れてしまうと減衰も大きいと思われる。

→給電の対象としては工場のセンサ機器、バイタルセンサなど必要電力が小さいものを対象としている。

○本件は何が国益となるのか。海外との違いは何か。

→海外だと本システムはISMという形で捉えており、他の無線システムとの両立性で課題がある。日本では他の無線システムとの共用を重視した検討を行っている。

○ターゲットに介護施設等の人に関するものがある。許容値はあるが、無線設備への妨害以外に人体への影響にも気をつけなければならない。人体防護の点についても、日本での検討結果を盛り込めるものは盛り込んで欲しい。

→電波防護指針への適合性という点でも検討して参りたい。

#### ②Connected Automated Vehicleに必要な無線通信技術の国際標準化のための国際機関等との連絡調整事務

○日本の検討システムを反映するとのことだが、世界的には5.9GHz帯でセルラーV2Xの検討が盛んに行なわれている。日本はどうするのか。

→セルラーV2Xについての世界的な動向は承知。一方で、DSRCは長年検討されており、現時点でどちらの規格が採用されるかは不明。総務省が今年度行う技術検討では、セルラーとDSRC両方の検討を世界的な動向を見ながら行う。

○760MHz帯の扱いについてはどう考えているのか。自動運転なら現状の10MHz幅程度では足りないと思われる。

→現在動いているシステムは帯域も限られているため、大容量通信の問題などを考えると、違う帯域の確保が必要となる可能性はある。一方で、760MHzは電波の特性が良いという特長があり、760MHz帯も活用しながら5.9GHz帯の検討を行う。

○国際会合にどのような内容をインプットしていくのか。

→760MHz帯や5.8GHz帯に関する従来行ってきたインプットの方向性は継続していく。これに加え、国内における最新の検討状況のインプットを想定しており、内閣府のSIPで、自動運転に通信が必要なユースケースの洗い出しを行っている。このような検討と本施策の歩調を合わせながらインプットを行う予定。

### (3) 電波資源拡大のための研究開発 令和3年度事前評価

各研究開発案件の担当者による説明後の主な質疑応答は以下のとおり。

#### ①安全な無線通信サービスのための新世代暗号技術に関する研究開発

○プロトコルというのは標準化されないと使われないので、標準化については研究開発が終わってから取り組むのでは遅いだろう。標準化についてもきちんと基本計画に盛り込んで欲しい。

→標準化については非常に重要であると認識している。一方で、どの団体に標準化するかということについて、基本計画書に具体的な標準化団体を明記するのではなく、受託希望者に提案書に盛り込んでもらいたいと考えている。

○本研究開発では、基本的にはリアルタイムのことを考えていると理解する。最終年度の実証実験に係る経費を見たときに、ほとんどが人件費で、ハードウェアを作らず、ソフトウェアのみでどのように実証実験を行うつもりか。

→最終年度の実証実験に向け、課題ごとに備品費を計上している。実証すべき内容としては、共通鍵暗号については、入力ストリームに対してバッファ内できちんと暗号

化処理ができるかということ及び計算量を50%削減するということの2点になるので、通常の携帯網を用いる必要は無く、シミュレーションレベルで検証が可能と考えている。逆に公開鍵暗号については、ハンドシェイクのオーバーヘッドを見るために、無線系での実証が必要である。

○人件費が多いように見えるので、役割分担や必要性について精査が必要だろう。

→人件費が大きくなるのは、方式の検討、通信への適用に係る検討に加え、機能性や安全性の検討など様々な人材がそれぞれに必要なためである。最小限の費用で最大限効率的に研究開発を行っていくように進めていく。

## ②テラヘルツ・光アグリゲーション技術の研究開発

○過去の高周波数帯無線機の前例を考えると、今回開発する無線機は非常に高利得になることが想定され、ビームが絞られる。その結果、光軸ずれの影響を大きく受けるので、その点を考慮して研究開発を行うべき。

→ご指摘のとおり対応していきたい。国内ではミリ波帯における通信時の風の影響によるアンテナの揺れを含めたリンク特性の劣化モデルや、補償技術の標準化活動も行っているので、そのような取組と連携しつつ研究を行っていきたい。

○位相雑音を減らすためにも光電気発振器は用いるべきではないのではないか。

→光・電気両方で信号を取り出せるという構成により、本開発のコンセプトである光信号から電気信号へ変換して送信するという連続性を確保することができると考え、今回の構成を採用している。

## ③アクティブ空間無線リソース制御技術に関する研究開発

○本研究開発はIRSが肝になると思うが、現在のIRSは、メタマテリアル等を応用した研究が行われているが、本研究開発ではビーム幅や角度を変えたりして、特定の方向に電波の反射方向を制御することまでを想定しているのか。

→ご指摘の通り、本研究開発では、IRSが電子制御によりビーム方向の制御を行うことを想定している。

○研究開発の各課題の繋がりが無いように見える。またそれぞれの課題の成果が小さいように思う。そもそも、本研究開発の対象は無線LAN、即ちアンライセンスバンドのみをターゲットにしており、対象を大きくしてもよいのではないか。

→本技術は、達成目標に掲げているとおり、適用先として無線LANだけではなく、その他の移動通信システムにも応用できると考えているが、技術を確立するという点において直近で無線LANの干渉爆発を解消することをターゲットに考えている。

○無線LANについてはすでにメッシュWi-Fiがあり、不感地帯対策等について研究を行う必要はないのではないかと。

→メッシュWi-Fiは、複数のルータ機能をもったアクセスポイントを設置することにより、周波数を柔軟に変更して不感地帯の解消を図るものであるが、複数の周波数を使用する。IRSは同一の周波数を利用することから、より周波数の利用効率が高いものと考えられる。また、本技術はメッシュWi-Fiに替わるものではなく、本研究開発の中でIRSの効果の高い利用場所を選定するなど、適材適所の整理も行い、IRSの利用形態について検討していきたい。

#### ④リアルタイムアプリケーションを支える動的制御型周波数共用技術に関する研究開発

○既存のWi-Fi等の技術では難しいのか。ローカル5G等も含めた様々な無線リソース管理をうまく行っていく旨の計画書にしてほしい。

→製造現場のような多種多様な通信要件のアプリケーションが動作している環境で、優先度の高い制御系の通信について帯域を占有することなく確立し、周波数資源を有効利用するかというのが本研究開発の目標であるので、リソースの割当てが固定的な既存のWi-Fiでは難しい。ご指摘を踏まえて、基本計画書策定の際にはローカル5G等も含めた無線リソース管理について検討する旨を記載致します。

○本研究開発で提示されている仮想化・ネットワークスライシング技術のような集中制御により実現される機能を、従来から不特定多数の利用者を想定した無線LANに導入したとしても、理念的に受け入れられない可能性があるのではないかと。

→本技術は、不特定多数の人間のユーザーが利用される状況は想定しておらず、特に製造現場等の多数のセンサや無線工具等の複数のアプリケーションが閉空間で利用されているような特定のユースケースを念頭においている形となっている。

○低遅延の技術について説明をお願いしたい。遅延を分散しているだけではないのか。制御系を動かすために遅延に関する制約条件が必要なのであれば、パケットサイズを細かくするだけで十分ではないかと。

→本研究開発は、ローカルエリアネットワークにおいて統合マネージャの集中制御によ

り動的にリソース管理やスケジューリングを行うことで、ミリ秒オーダーの遅延保証を行うもの。製造現場などでは無線化のニーズが強く、また多数のアプリケーションが動作している中、重要な制御系の機器が止まらないように閉空間で限られた電波資源を有効に利用するための技術が必要だと考えている。遅延を分散しているという点は指摘の通りで、優先度に応じて制御系の通信などの遅延が少なくなるようにしている。

#### (4) 周波数ひっ迫対策技術試験事務 令和3年度事前評価

各技術試験事務案件の担当者による説明後の主な質疑応答は以下のとおり。

##### ①無線LANシステムの使用周波数帯域の拡張に伴う技術的条件の検討

○6GHz帯の既存システムについて、周波数の移行を行うことも考えているのか。

→基本的には、既存業務に影響を与えないように共用検討を行うこととしており、無線LAN側において、利用形態（屋内／屋外）や電力の制限を設ける等の共用を図ることを想定している。

○米国で検討中のAFC（Automated Frequency Coordination）を日本で適用できるのか。

→米国AFCの検討状況については把握している。国内では異なる3つのシステムとそれぞれ共用検討を行っていくこととなる。それぞれの共用条件を踏まえ、米国AFCのように自動的に管理・制御できるのか検討していく予定。

○5GHz帯のように屋内だけの限定使用であれば、すぐにでも使えるのではないか。

→屋内であっても、例えば、FPUは、スタジアム内でも使用されており、他国の検討結果をそのまま国内に適用することはできない。そのため、既存システムの運用状況を調べた上で検討モデルをつくり、共用検討を行う必要がある。

##### ②静止衛星向けKa帯地球局の周波数共用技術に関する調査検討

○非静止衛星の検討は含まれているのか。

→静止衛星のみである。

○本件の検討後、ITUにアウトプットするものはあるか。

→現在のPFD（Power Flux Density）制限において、地上業務の保護が十分に満たされな

いことが判明した場合には、ITUの場にアウトプットすることも検討していきたい。

### ③マルチベンダー基地局の相互運用性向上のための技術的検討

○総務省が民間規格である0-RANのフロントホールの策定について介入するということが。

また、0-RAN機器の認定を行うのか。

→その予定はない。本検討は、複数の機器で共通で使用する信号が電波の質にどのような影響を与えるかを調査し、その情報を0-RAN基地局開発ベンダーに展開することで、機器の一部換装などを速やかに行えるようになることを促し、ベンダーが活発な0-RAN機器の開発を行うことを狙ったものである。

○本施策は2年間の一過性のものとしないうで、技術試験終了後もテストベッドをベンダーが使用でき、継続的に0-RAN機器の開発等を行える環境を構築していくことが重要である。

→技術試験後も0-RAN機器開発ができる環境を構築していくことが重要と認識している。開始当初こそ国の支援が肝要と考えるが、我が国の基地局ベンダーが将来にわたって、0-RAN機器の開発が可能となる試験環境の構築を前向きに推進していく。

### (5) その他

事務局から、今後のスケジュールについて説明があった。

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97回）  
構成員出欠一覧

	氏名	所属	出欠
座長	笹瀬 巖	慶應義塾大学 教授	出席
座長代理	橋本 修	青山学院大学 副学長	出席
構成員	岩井 誠人	同志社大学 教授	出席
〃	井家上 哲史	明治大学 専任教授	出席
〃	大柴 小枝子	京都工芸繊維大学 教授	出席
〃	加藤 寧	東北大学大学院 教授	出席
〃	太郎丸 眞	福岡大学 教授	出席
〃	長谷山 美紀	北海道大学大学院 教授	出席
〃	村口 正弘	東京理科大学 教授	出席
〃	山尾 泰	電気通信大学 教授・センター長	出席



# 電波利用料による研究開発等の評価に関する会合（第98回） 議事要旨

日時：令和2年8月31日（月）10：30～  
形式：Web会議にて開催

## 議 事 次 第

### 1 開会

### 2 議事

- (1) 電波資源拡大のための研究開発 終了評価
- (2) 周波数ひっ迫対策のための国際標準化連絡調整事務 終了評価
- (3) 周波数ひっ迫対策のための国際標準化連絡調整事務 事前評価
- (4) 周波数ひっ迫対策技術試験事務 終了評価
- (5) 電波資源拡大のための研究開発 追跡評価
- (6) 電波資源拡大のための研究開発 事前評価
- (7) その他

### 3 閉会

## 1 開会

議事次第に基づき、事務局から配付資料の確認があった。

## 2 議事

### (1) 電波資源拡大のための研究開発 令和2年度終了評価

各研究開発案件の担当者による説明後の主な質疑応答は以下のとおり。

#### ①大電力ワイヤレス電力伝送システムの漏えい電磁界低減化技術の研究開発

○一般的な電波暗室とは、フェライト板を用いた10m法の電波暗室のことでよいか。オープンサイトで測定した場合との磁界強度の差は2dBで抑えられるということか。

→然り。周波数85kHzでは、フェライト板の有無により電磁界強度が異なるため、フェライト板を有する10m法電波暗室での測定が必要である。電波暗室では地板の影響によりオープンサイトと比べて高めの測定値となるため、電波暗室における測定で許容値内となれば問題はない。

○生体防護の観点からどうか。あまり国際的な寄与が見られないようだが、ISO、ITU-R、IEC等へ寄与しているか。

→バス周囲や座席上での測定から人体防護指針及びガイドラインを満足することは確認している。車両下では許容値を満足しないことが予想されるものの、あまり人が進入しない場所であるため、今回は運用でカバーできると考えている。実施計画にもなく検討していないため、国際的にも提案はしていない。実用化の観点では、レーザーセンサーを用いて人が進入した場合は電力伝送が自動停止する機構を設ける等、運用面での対応が現実的と考える。

○急速充電を行う場合に120kWという電力は実用化の観点からみて十分か、さらなる大電力化の必要性はあるか。

→以前行ったEVバスの実験では、容量44kWの充電時間15分で15km走行。企業向け連絡バス等の運航ダイヤに余裕あるシステムでは十分だが、都市部のバス等では充電時間15分は許容されず、充電速度が不十分。これは今回の研究開発の背景ともなっており、さらなる急速充電が必要。今回は、100kW超を目標とし可能なら150kWがよいとして、電波法に準拠できる範囲で大電力となるよう行った。

## ②90GHz帯協調制御型リニアセルレーダーシステムの研究開発

○この航空機RCS (Radar cross-section) は大体60dBsmくらい、ものすごく反射が大きくて、落下物、RCSの-30dBくらいなのでノイズフロアを低減云々と書いてあり、(レーダーの方に) それが見えたようにあるが実際にどういうものを落下物と称して測定を行ったのか教えていただきたい。

→今回の測定は、模擬的なものを用いた。RCSは実際のFOD (Foreign Object Debris) より10dBほど大きなレドームで代用した。代用した理由は、この後に成田空港で小さな異物を検知する実験をする必要があったので強い反射波による損傷を防ぐため敢えてアッテネーターを挿入した。そこから遡ると、実際のFODを検知するのと等価な実験になっている。

○課題アのビーム同期のところの成果は実証実験に取り込んでいないと思われるが、どのような実証実験をしたのか教えてほしい

→課題アの成果はコヒーレントな協調動作に必要な技術である。今回の実証実験では、関係者間の調整もあり、遅延量を変えて偽像の影響を無くす実証をするためインコヒーレントで行った。

○ビデオカメラでも検知することができるのではないか。

→レーダーの検知した正確な位置情報なしにカメラだけだと解像度と視角の関係でとても10秒以内という初期の目標は達成できない。無数に高感度の赤外線カメラを設置していくのは、航空法の求める滑走路周辺に設置する設備として現実的ではないばかりかコスト的にも成り立たないことは研究開発実施時に試算済みである。

## ③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

○送信電力が-27dBmと低い。この値が上げられたら、距離は100m以上に延ばせるのか？それとも他に条件があるか？

→-27dBという送信電力は、アンテナ素子とモード当たりの送信電力である。8波合成の値はもっと高い。8波合成によるPAPR増加分も差し引いている。D帯100m伝送に対しては、この値で足りている。更に距離を延ばすためには、送信電力を上げる必要があるだけでなく、アンテナ径の調整等が必要になる。

○適用先に挙げているBH/FHの距離は、どの程度必要と考えているのか？

→本研究開発開始時点では、5GのSmall Cellの半径40mを想定し、その約2倍の100m伝送を目標とした。しかし、本研究開発中にユーザーの声を聴く機会があり、400m程度までが求められていることが分かった。そのため、現在、400mを目標として距離を拡大する検討を行っている。

○距離を延ばすとアンテナがもっと大きくなるのではないか。

→現在の60cm径は、特性を確保することを優先に決めたものである。この大きさでは市場に受け入れられないと考えている。現在、レンズアンテナを用いることによりアンテナを大きくせずに、距離を延ばす、あるいはアンテナを小型化する手段を検討中である。

#### ④ニーズに合わせて通信容量や利用地域を柔軟に変更可能なハイスループット衛星通信システム技術の研究開発

○反射鏡を介しての性能はどのようになっているのか。

→ビーム幅は0.45度程度である。アンテナ利得については資料に記載したとおり。

○開発した技術は技術試験衛星での実証を予定しているとのことだが、国際競争力強化として商用展開に適用することを考えているのか？

→今回開発したチャネライザ及びアンテナは、回路規模と素子数は絞っているが、スケールアップすることでハイスループット衛星等の商用衛星へ適用することを考えている。将来性については、デバイスの高性能化等に対応した見直しは考えられるが技術的には今回の開発成果を使用することとなる。

○今回の開発ターゲットは大型の静止衛星だが、現在海外ではLEOが注目されている。このような小型の非静止衛星に対しての適用は可能か。評価委員の中でもLEOに対しても適用可能かという指摘が多くある。

→LEOも開発のターゲットとなり得る。静止衛星とLEOで回路設計が異なる等の違いはあるが、チャネライザやアンテナについては、小型の非静止衛星に対しても適用は可能である。

#### ⑤Ka帯広帯域デジタルビームフォーミング機能による周波数利用高効率化技術の研究開発

○基本計画書で「トータルスループットは100Mbps以上を検証するが、将来システムとして1Gbps以上を目標」としているが、報告書では100Mbpsしか実現されていない。ト

タルスループット1Gbpsの実現は可能なのか。

→本研究開発において、トータルスループット1Gbpsを実現する目処は立ったと考えている。今回の衛星搭載品は限定的な構成であり、スループット100Mbpsのビームを2本形成する機器構成となっている。10ビーム形成する構成とすることにより、トータルスループット1Gbpsは実現できる。

○デジタルビームフォーミングのビーム間干渉に関する評価を説明してほしい。

→今回の実装機器構成では2ビームを実現しており、ビーム数が少ないため、実機でのビーム間干渉の評価には限界がある。実機データを用いた干渉評価の結果、必要な干渉低減が可能と考えている。

○韓国に-20dBの電波が飛んでいるが、問題ないのか。

→単一素子のビームであり、デジタルビームフォーミングとして合成形成・運用するビームは右図となる。また、-20dBの電波は問題になるレベルではないと考えている。

#### ⑥IoTワイヤレスセキュリティ通信における周波数有効利用技術に関する研究開発

○このような端末数の多いものを対象とした認証技術は国際標準化しないと導入不可能と考えるが、標準化の見込みについてはどうなっているか。

→成果の一部に関しては、ITU-T SG17に既に寄書を提出し、8/24~9/3において、ITU-T SG17のオンライン会合が開催されており、問題無く進めば、当該会合において国際標準として成立する予定。

○各技術の説明はあったが全体としてバラバラな印象で、各技術に対してどのくらいのインパクトがあるのかわからない。例えば、振舞異常検知技術は今後どのように使われ、また新規性はどこにあるのか。

→振舞異常検知技術の新規性については、IoTハブというリソースが限られた部分でいかに実現するかという点で技術的な課題があった。加えて、無線環境では有線に比べてパケットロスが発生する確率が高く、その部分を考慮に入れず学習や振舞検知を進めると、電波環境が悪いことで通信が乱れた場合でも、不正が起きたと誤って検知する課題がある。再送パケットか、そうでないかを区別し、不正なアクセスに分類するか、電波環境が悪かったと識別するか等、無線特有の技術を盛り込んでいる点が挙げられる。

○複数手法で最適解を求めるものとの説明であったが、そのアプローチで得られたモデ

ルについては、実用化に向けてモデルが決定されて、標準化が行われるようなものか。  
→IoTシステムといっても様々な要件があり、使われる現場それぞれにどの技術が適当かという検討が必要。各技術は従来技術との互換性を持たせているため、個別の技術がシステムに悪影響を与えることはなく、その上で、そのシステムで最も効果的な組み合わせを考え、ユーザーの要求に合わせて技術を適用していくものなので、用途ごとに標準化するのは難しい。

## (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2年度終了評価

各連絡調整事務案件の担当者による説明後の主な質疑応答は以下のとおり。

### ①無人航空機システムの電波利用技術の国際協調に向けた国際機関等との連絡調整事務

○日本から技術提案することが目的となっているように感じるが実際は違うのではないか。日本の提案が通って日本の通信ベンダーに利益をもたらすならまだ良いのだが、日本の技術を無理矢理通すのではなく、客観的に見て一番良い技術を通すことが本来の職務だと思う。技術分析をしていないのではないか。

→日本の開発者（メーカー等）が開発した技術を国内だけでなく国際的に展開していくには、国際標準化されたものでないと展開することが出来ないので十分意味があると思われる。

○予算を受けて標準化に行っている人はわかると思うが、国のお金を使っていることもあって、会議に参加できず、報告書を見るだけの人、若しくはこういう事業に興味を持っている方に対してよりわかりやすく説明する場はあるのか。もちろん作業部会で対処方針を決めて、色々議論したものを持って行くのは良いが、標準化に興味を持っている日本のメーカーやベンダー、事業者には会議の結果をフィードバックできるような場は用意されているのか。

→結果を直接フィードバックする場としては、連絡調整事務の中で検討会を設けており、そこで関係機関やベンダー等にフィードバックはしている。

### ②自動走行システムに必要な無線通信技術の国際標準化のための国際機関等との連絡調整事務

○ITS は日本が世界の中でも先進的である数少ない分野と思う。日本では VICS が広く使われているが、このような日本のシステムを活かす方向で進めているのか。

→VICS といった日本のシステムを活かす方向である。他国が ITS システムを導入する際の参考となるよう、ITU-R の ITS 関係レポートに日本の VICS を盛り込んでいる。こうした活動を継続し、日本の ITS システムの導入を促したい。

○V2X の周波数割当は重要。他国の割当状況が分かる資料を説明資料に添付してくれると良かった。

→V2X 導入周波数帯として 5.9GHz 帯が世界的に検討されているものの、実際に導入される V2X システムの方式は決まっていない状況である。

○周波数の調和が簡単に行えれば良いが、周波数によっては既存システムの移行が必要な場合もあり、金も時間もかかる。日本としては余り動かずに済むのが望ましい。現状や今後を見据えた上で、活動をして欲しい。

→承知した。

### ③モバイルバックホール向け大容量固定無線通信技術等の国際標準化のための国際機関等との連絡調整事務

○5.2GHz 帯無線 LAN が屋外利用の合意に関して、特に利害関係があったのはどこか。

→中国や Global Star といった衛星系システムを持つ国や事業者が反発し、議論が紛糾した。

○275GHz 以上の高周波数帯は利用されていないため、当該周波数帯の研究開発をさせるような情報は伝えないで欲しい。海外の検討状況を国内に確実に伝えて欲しい。

→275GHz 以上の高周波数帯については、ITU-R の他に、IEEE においてもテラヘルツ帯を検討するタスクグループが設置されているように、ITU-R 以外の場でも議論が活発に行われているので引き続き対応していきたい。

○275GHz 以上へ固定業務等の新規特定に向けた標準化活動について、275GHz 以上の帯域は 6G よりも高い周波数帯だが、どのような狙いがあるのか。6G との関連性はあるのか。また、当該周波数帯は電波天文で観測に利用しているのか。周波数のバッティングがあるのか。

→WRC-19において既存の電波天文業務との共用検討の議論があったが、「ケースバイケースで検討すべき」という結果になったため、引き続き電波天文との調整が必要と

なる。またWRC-27の議題案として、当該周波数帯における無線標定業務の特定に向けた検討の話があるので、WRC-19で特定された固定業務・陸上移動業務にどのように分配するするのか等を含め、この議題案と関連してWRC-23までの間に検討していきたい。

(3) 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年度事前評価  
各連絡調整事務案件の担当者による説明後の主な質疑応答は以下のとおり。

①WRC-23に向けた移動通信の国際協調のための国際機関等との連絡調整事務

○5Gの後継となる通信システムの日本の仕様を国際的に打ち出すために、WRCにおける議論や諸外国の動向をしっかりと分析し情報提供していただきたい。

→5Gの後継となる通信システムに関しては、世界中で検討されており、鋭意分析する。

日本の研究開発を国際的に打ち出す必要があるため、資料に書かれているとおり取組を続けていきたい。

○本件連絡調整事務の委託先はこれから調整するだろうが、過去類似の案件ではどういう主体に委託しているのか。

→シンクタンクが多い。

○割当てについてARIB等で議論されているが、割当て等の議題に対し、こういったところが国際的に議論されているかということに関しては適宜フィードバックされているか。何が議論されていて、何が問題なのか情報提供する体制は上手く動いているか。

→日本における会合において内容を適宜展開している。

(4) 周波数ひっ迫対策技術試験事務 令和2年度終了評価

各技術試験事務案件の担当者による説明後の主な質疑応答は以下のとおり。

①無線設備の適合性評価における試験方法等に関する調査検討

○微弱の測定方法の提案内容だが、ケーブル配線や筐体の位置で測定結果が変わるのは当然のことである。測定系の見直すのであれば、光給電RoF (Radio on Fiber) 等の新技術の活用も考慮したらよいのではないか？



→被測定機器を動作させるために外部電源が必要な場合に付属ケーブルの長さも考慮したいくつかのオプションを提示したものと、被測定系の機器配置を電界強度が最大となるよう「姿勢の視点」を考慮したもの。ご指摘のような新しい手法がより適切な測定方法に反映できるようなら参考にしていきたい。

○物品費の内訳が示されていないが、予算は効率的に使用できたのか。

→主に試験に利用した測定機器と被測定機器類である。これらの測定機器、被測定機器は本試験期間中共通して使用できるものは実施のスケジュールを考慮する等し、効率的に利用できた。

○3GPPのOTA試験方法として3つの案があるが、3GPPの動向はどうか、また日本としてどう対応するのか。

→28GHz等準ミリ波OTA測定系については、3GPPでも検討が続いており、これに伴い、製品の仕様の見直しも頻繁に行われている状況。日本としても、5Gの準ミリ波のOTA測定法は非常に重要と考えており、3GPPの動向を引続き注視し、国内における適切な測定方法の検討を行っていく。

## ②第5世代移動通信システム等の導入に向けた技術的検討

○超高速・超低遅延・多数同時接続を実証して普及を促すはずが、直結する検討がなされていない。

→トラックの隊列走行や車両の遠隔操作などで5Gならではの低遅延の特長を活かした実験を実施しているなど、5Gの特長に対する知見も深まったと考えている。

○無線区間の低遅延化について、5Gシステム上の無線区間は僅かであり、ネットワーク側が低遅延にならないと無意味ではないか。

→ご指摘のとおり、有線区間であっても光速を超えられないため、いかに端末に近いところで処理するか、いわゆるMEC (Multi-access Edge Computing) に着目し、それらも5Gを構成する大事な技術と捉え、それらを含めた実証試験を行った。

○成功例だけを示さず、課題や改善点・失敗例についても検証すべき。

→課題は見いだされており、例えば、半屋内環境ではどのモデルがより適当かなどの知見が得られた。

## ③Connected Car社会実現のための新たなワイヤレスシステムの調査検討

○本技試の目的は重要なテーマであり、継続していく必要があるため、自動車メーカー等と連携し、世界状況も踏まえ、周波数再編も含めた提案を希望する。

→内閣府SIPにおいて、自動運転社会で通信が必要なユースケースを検討しており、そのユースケースを満たす通信要件は何か、これらユースケースは導入済みの760MHz帯ITSシステムで収容可能か、5.9GHz帯が本当に必要なのか等について、通信ベンダ、自動車メーカー、関係省庁を含め議論されている。そちらと歩調を合わせながら検討を進めていく。

○ETCのある5.8GHz帯に次世代V2Xシステムを導入することは不可能であるということは、当初から予測可能ではなかったか。

→共用は不可能だろうという話はあったものの、具体的な検討が行われていたわけではない。例えば、必要離隔距離が100m程度であれば、干渉対策としてジオフェンスによる対策も考えられるが、何kmも離隔が必要であれば不可能である。今回の技試で、離隔距離が非現実的な値となるという共通認識を持てたのは成果だと認識している。

#### ④1. 2GHz帯等における4K・8K用FPU導入のための技術的条件に関する調査検討

○この技術は、オリンピック・パラリンピックが来年にずれても問題なく使えるという理解でよいか。また、仮にオリンピック・パラリンピックがなくなってしまった場合は無駄になってしまうのか。

→オリンピック・パラリンピックが来年にずれても使用していただける技術である。4K・8K映像については、オリンピック・パラリンピックに限らずその他のスポーツやイベントの中継などでも幅広いニーズがあるので、仮にオリンピック・パラリンピックの機会がなくなっても、そのニーズがなくなるというものではないと考えている。

○1.2GHz帯ではいくつかの業務が共用しているが、2次業務はどうなっているのか。アマチュアが2次業務だった記憶があるが。

→アマチュア無線のみが2次業務になっている。

#### ⑤2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に伴って開設される無線局と既存無線局の周波数共用に関する調査検討

○必要不可欠な調査検討であったと考える。オリンピック・パラリンピックは延期となったが、1年後も本検討の成果は有効か。

→競技場ごとに検討を実施したところ、延期後も競技場に変更はないことが8月に決定した。したがって、本検討の成果は延期後も有効である。

○本検討ではオリンピック・パラリンピックの競技場ごとに場所を限定して検討しているが、この成果を他のイベントでも有効活用することは可能か。

→本検討では、例えばテレビホワイトスペース帯で多数のラジオマイクを使用可能とするため、運用調整も含めた共用検討を行った。これらの検討調整スキームは、場所が違う他のイベント等でも活用可能。

#### (5) 電波資源拡大のための研究開発 令和2年度追跡評価

各研究開発案件の担当者による説明後の主な質疑応答は以下のとおり。

##### ①100GHz超帯域無線信号の高精度測定技術の研究開発

○周波数変換部が一体になっていない、なっていると非常によい。

→社内でも一体化の是非については議論があったものの、100GHz帯以上では被測定物との距離をなるべく短くする必要があり、また導波管接続が多いため、コンバータをあえて分離している。

○他社の状況はや海外動向はどうなっているか。

→他社には、スプリアスを抑圧した110GHz以上のスペクトラム測定系はない。スペクトラムアナライザとしては、依然技術的なアドバンテージがある。海外でも市場状況は同様であり、技術開発の大部分の測定需要はネットワークアナライザで済ませられる段階と見ている。(100GHz超の)部品が多く出てくれば、計測器も市販されてくると思われる。

##### ②広帯域離散OFDM技術の研究開発

○隙間の有効利用の重要性は認識している。BBではなくインカムやIoTのような比較的低位ビットレートへの応用についてはどう考えているか。

→可能性はあると考えているが、実際の応用においては複雑な無線システムになってしまいうこともあり、価格面等から考慮すべき事項は多い。

○測距に使用できるというのは独立した装置としての話か。

- 独立した装置も考えられるが、例えば自動車レーダー等にも応用できると考えている。
- レーダーであれば出力が必要。そうすると近くに信号帯域を使用している端末がいると感度抑圧の問題が生じるため検討が必要。
- 御指摘のとおり、検討が必要だと認識している。

### ③140GHz帯高精度レーダーの研究開発

- 資料にあるようなセンシング結果は、今の一般的なカメラ技術を用いればかなり高い解像度で識別可能と思うが、本研究開発による手法の方が優れている点はあるか。
- カメラ等でも環境が良ければ分解能は高いが、自動運転の世界では霧や雪の環境下でもLv.4の動作が求められる。そのような環境下ではカメラでは認識が出来ない場合があり、ミリ波が求められる。
- 環境の違いによる差を測定した結果を示すと分かりやすく、実用化の説明においても信用性が上がる。
- 指摘いただいた観点からの結果は、他所との共同研究で実施したものがあがるが、NDA（秘密保持契約）の関係で見せられなかった。今後の見せ方については工夫する。

### ④狭帯域・遠近両用高分解能小型レーダー技術の研究開発

- 開発した技術は5Gの通信などに展開可能か。
- 5Gの周波数であるミリ波帯への展開は厳しいが、Beyond 5Gなど更に高い周波数帯を用いる際には展開可能と思われる。
- 自動運転支援においては、車に複数のセンサーを載せて検知するが、これはそのうちのひとつと認識している。具体的な開発のメリットは何処にあるのか。認識技術で人と車の分離成功率80%程度とあるが低く感じる。一般のカメラを用いた顔認識では90%程度のものがある。また、本研究開発の到達目標は何を想定しているか。
- カメラは夜間だと認識が落ちる。また、霧の中のように見通しがきかない状況でも、ミリ波だと周囲が認識できる。状況に応じた利用を想定している。また、時間差ではなく位相差を使った新しい測距原理による変復調方式を用いることで、現在使用されている車載レーダーより高性能（高分解能）なレーダー技術を開発することも目標としている。

#### ⑤移動通信システムにおける三次元稠密セル構成及び階層セル構成技術の研究開発

- スモールセルとマクロセルの境界部分で端末が行き来した場合、制御が難しくなる。  
これに対する見識や対処を聞きたい。
- 移動速度にもよるが、スモール-マクロ間の頻繁な往来は課題と認識している。課題イのモビリティ部分で検討を行っているが、端末のドップラー推定に基づき、高速移動時は端末をマクロセル側に留める処理を行う。技術についても確立している。
- シグナリングが非常に頻繁になると思われる。
- マクロ-スモール間の移動が頻繁なユーザーについては、指摘のとおり制御が非常に多くなる。マクロ側に留める処理で移動に伴う膨大な制御情報を抑える。

#### ⑥超高精細度衛星・地上放送の周波数有効利用技術の研究開発

- GaNトランジスタを用いた12GHz帯高出力増幅器において、効率が31%とあるがこれはドライバアンプを含めた効率なのか。TWT (Traveling Wave Tube) は非常に高い効率であるが、GaNの場合は利得が小さいため、TWTに比べて効率は遠く及ばないのではないのか。
- ご指摘の通り、今回開発したSSPAはTWTと比較して電力効率は低くなった。また、記載した効率はドライバアンプ込みの数値である。
- 研究成果1ではMIMO伝送を行っているが、研究成果3は研究成果1のMIMO伝送による成果なのか。
- 研究成果3はMIMOに対しても実施している。

#### ⑦次世代衛星移動通信システムの構築に向けたダイナミック制御技術の研究開発

- なぜETS-9を使わないのか。
- ETS-9はKaバンド、本件はSバンドであり帯域が違うため、ETS-9の利用は困難である。
- S帯の国際調整が難しいなら別の帯域への技術移転は考えなかったのか。
- Ka帯は降雨に弱いこと、また、非静止衛星への大型展開アンテナの搭載は困難であることからS帯の静止衛星を想定。また、現状、技術移転は考えていない。
- ETS-8は昔の技術。時代が進んでいるが現状も今回の研究開発における課題は続いているのか。
- 海外のアンテナベンダーとも話しをしているが現状でもアンテナの熱ひずみ等課題の

一つとなっている。

## (6) 電波資源拡大のための研究開発 令和3年度事前評価

各研究開発案件の担当者による説明後の主な質疑応答は以下のとおり。

### ①超高精度イメージングのための低コスト光ファイバ伝送路による高周波数波形転送技術の研究開発

○RoFでマルチバンドを90GHz、140GHz、300GHz同時でやる必然性は何か。

→最終的に300GHzで行いたいのが、全てをそれで見るとは難しい。低い周波数帯で全体を見て、高い周波数帯で細かい部分を詳細に見ることを考えている。300GHzを狙っているが、実利用の際、90GHz、140GHzとマルチバンド化することで、より効果的なシステムを構築できるものと考えている。

○OUTC-PD(単一走行キャリアー・フォトダイオード)という、光の電力が強いと無線を出せるダイオードが存在する。アンプを組まずにアンテナにつなぐ見込みなのではないか。

→実験室レベルの技術で存在することも承知している。既存技術も含め、光源だけではなく、増幅器の作成も目指す。ハードルが高いことは認識しているが、そうでないと意味がないと考える。

### ②基地局端末間の協調による動的ネットワーク制御に関する研究開発

○周波数帯はどこを想定しているのか。4年間で30億円以上を計上しているが、設定がよく見えてこない。

→国際標準化の動向を見越し、40GHz帯、又はそれ以上の周波数帯を検討している。また最終的に実装に近いところまで想定しており、本金額を計上している。

○総務省としてIRSを無線設備としてどのように位置づけるか見解はまとまっているのか。干渉計算が複雑になるが、コメントをいただければ。

→ご指摘のとおり、現在の電波法等が想定している範囲を超えている部分があり、研究の進捗にあわせて考えていく必要がある。

### ③100GHz以上の高周波帯通信デバイスに関する研究開発

○システムにおける目標値とデバイス単体の目標値を切り分ける必要がある。100GHz以上、伝送距離100m以上、スループット100Gbps以上を仕様にするシステム設計者が、システムバジェット配分（送受信のブロック構成とゲインおよびNFの配分）を決め、デバイス開発者に理解できる単体目標を与えないと3年間での達成は不可能である。即ち、システムスペックをブレークダウンしてデバイス性能に翻訳できるリーダが必須である。

→御指摘を踏まえ、NF配分等考えていく。

○ビームフォーミング制御の試験系の図において、送信信号供給、シンセサイザ、受信信号処理を点線をつないでいる。点線はトリガーをもらっていることを表現していると認識するが、これはフロントエンド部のみの評価用実験セットアップでしかなく、これでトランシーバーが完成したと思ったら大きな誤りである。また、目標値が高すぎるため、実用的なレベルにすべき。

→当初は送受信間で同期信号を与えるところから始める必要があると考えている。また目標が高すぎるという点については最新の文献等参考にしつつ、実現と挑戦を両立できる水準を見極めていく。

### (6) その他

事務局から、今後のスケジュールについて説明があった。

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98回）  
構成員出欠一覧

	氏名	所属	出欠
座長	笹瀬 巖	慶應義塾大学 教授	出席
座長代理	橋本 修	青山学院大学 副学長	出席
構成員	岩井 誠人	同志社大学 教授	出席
〃	井家上 哲史	明治大学 専任教授	出席
〃	大柴 小枝子	京都工芸繊維大学 教授	出席
〃	加藤 寧	東北大学大学院 教授	出席
〃	太郎丸 眞	福岡大学 教授	出席
〃	長谷山 美紀	北海道大学大学院 教授	出席
〃	村口 正弘	東京理科大学 教授	出席
〃	山尾 泰	電気通信大学 教授・センター長	出席