

電波利用料による研究開発等の評価に関する会合（第102回） 議事要旨

日時：令和3年6月25日（金）10：00～
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) 周波数ひっ迫対策技術試験事務 終了評価
- (4) 電波資源拡大のための研究開発 追跡評価
- (5) 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3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 小型旅客機等に搭載可能な電子走査アレイアンテナによる周波数狭帯域化技術の研究開発

○従来のアンテナとの違いについて、今回作成したアンテナは曲率があまりないということだが、将来的には指向性・曲率をもち、様々なところに搭載できるのか。

→今回64素子を合わせており、航空機の大きさなどを考慮して組み合わせることで曲率をもったように応用できると考えられる。また、今回はサブアレイ方式ということで、素子として局所的には平面になっているが、多くの素子を組み合わせることで曲面に対応可能と考えていて、航空機のみならず、自動車、船舶など適応可能と思われる。

○課題Aについて薄型の目標として3cmを掲げているが、どこまで薄型が可能になったかについて報告書に記載されているのか。また、開口サイズはスケラブルとあるが、実際どこまで変更可能なのか。

→ユニット自体は3cm程度が可能となったが、実装については航空機の安全性のために数センチ上に上がる。実装に関しては、航空機の安全基準に照らし合わせていく必要があるが、その点に関しては今回の研究対象ではないことをご了承いただきたい。ただ、アンテナのクオリティについては三菱電機様と協力して従来より空気抵抗が小さくなる薄さにした。スケラブル性に関しては素子を増やせばよいので拡張は自由となる。

○SpaceX(Starlinkシステム)等の低軌道の衛星などにも適用できるのか。

→基本的には可能と考えられる。ただし、対放射線という観点についてはICチップなど考慮が必要な点がある。また、環境条件を考慮していくことになる。電子走査式のため、ビームのスイッチングが早く、そちらの面では適用可能な技術だと考えられる。

② 狭空間における周波数稠密利用のための周波数有効利用技術の研究開発

○本研究で開発したシステムの効果測定については、具体的にどのような利用シーンを想定

して行ったのか。また、本技術でシミュレーションを行うにあたって、扱いやすい又は扱いにくい条件などはあったか。

→本研究開発では4つの利用シーンを想定しているが、課題ウのバーチャルエミュレーションについては、機械組立工場を模擬してシミュレーションを行った。また、電波環境は金属体がどのように移動するかによって状況が大きく変化してしまうため、モデルに強く依存してしまう部分があるように感じられた。実環境をもっと細かく取り入れてさらに検討を進めていく必要がある。

○課題アのリアルタイム型スペクトラムモニタについて、どのような原理で周波数時間占有率を表示しているのか。

→基本的な機能としては、横軸を周波数、縦軸を電力 (dbm) としてリアルタイムに各周波数のスペクトルを表示している。また、別の機能として各周波数の時間占有率を表示するモードを実装しており、閾値を超える電力が測定されたチャネルを利用中とみなし、その占有率を計算している。閾値については工場等の実環境での利用を想定し-80dbmとして設定している。

○課題イの電波環境変化の分析技術について、従来手法に比べ提案手法は誤差と精度の両方で優れているとのことだが、比較対象となる従来手法はFDTD (時間領域差分法) か。

→誤差についてはFDTDをリファレンスとして比較を行っている。計算時間については、従来手法はレイトレース、提案手法はレイトレースと補間処理併用を比較している。

③IoT機器増大に対応した有無線最適制御型電波有効利用基盤技術の研究開発

○課題アでは最終的にどのような技術が開発されたのか。

→本課題では、従来のフロー等ごとのトラヒックの振る舞い監視をアプリケーションごとのトラヒックのふるまいの監視にし、将来のリソースの使われ方を監視する技術を開発した。

○実際に使用される無線システムはどのような帯域か。

→LPWAやローカル5Gでも考え方は使用できるが、帯域幅が小さい方が効果は出やすい。

○IoTサービスごとに必要な要件は異なる。最終目標に最適制御の実現とあるが、具体的にどのように実現したのか。

→ネットワークにつながるものがすべて広義のIoTサービスと考え、帯域毎にスライスを設定し、広帯域、低遅延、多接続という制御を行った。

④5Gの普及・展開のための基盤技術に関する研究開発

○課題アと課題イの連携について説明してほしい。

→課題イの受託者で高速移動体向けミリ波帯基地局連携技術の検討を行った。その中で、課題アの受託者とアンプに関する構成について、議論を行っている。課題アで試作した装置のアンプを課題イで活用した際に得られるカバレッジについて検討している。

○まだ議論の段階で、具体的にどういった成果が見えてくるか、どのように実験しようとしているかはまだ分からないということか。

→課題アで試作したアンプは最終年度で完了しており、それをを用いて課題イの装置に実装することは、この研究開発の期間内にはできなかったが、試作した課題アのアンプを活用して、課題イの装置のスペックの下で、計算機シミュレーションの評価を引き続き検討していく予定である。

○成果に特許があるが、申請しているものは19件うち、海外への申請件数は13件だが、登録件数は0件である。現状として、審査請求の状況はどうなっているか。

→特許に関しては、資料提出後、1件登録されている。審査請求について、今も手続きを進めており、今後も継続して取り組む予定である。

⑤周波数有効利用のためのIoTワイヤレス高効率広域ネットワークスキャン技術の研究開発

○スキャンツールの貸出とはどのように行っているのか。

→貸出ではなく、簡易ツールとして使用許諾契約を結び無償提供している。

○広域ネットワークスキャンとのことだが、日本全体を広くカバーできるものになっているのか。

→あくまでもスキャンのツールとして提供しているので、提供先がどの範囲を対象にスキャンを行うかは制約を設けていない。

○通信品質劣化を10%以内に抑えたとのことだが、通信品質の定義はどのようにしているのか。

→今回はスループットを評価対象として、スキャンをしていないときと、しているときを比較している。また10%としているのはIoT機器向けの回線であるWi-SUNについてだが、ブロードバンドにおいてはもっと劣化を抑えられている。

○これらの技術について、社会実装の戦略はどうなっているか。

→この技術は、スキャンに係る通信量を削減することで無線を含むネットワークへの負荷を

低減するものであり、基本的にはスキャンツールや技術ノウハウとして提供していく。

⑥テラヘルツセンシングシステム基盤技術の研究開発

○対宇宙環境試験に関して、衝撃、耐熱、耐寒試験等があると考えられるが、具体的にどのような試験が行われたのか。

→振動、衝撃の環境条件を設定し、仮想的な打ち上げ環境で想定される最も厳しい条件でのタスク試験、衝撃試験などを行った。

○今回は500GHzの受信系の開発とアンテナ周りの開発であると思うが、このセンシングの衛星は500GHzの送信が必要なく、受信のみで観測する衛星か。

→今回は衛星の全体システムを作っている。アンテナ光学系、受信機系、分光器等システムの開発である。

○500GHzというテラヘルツの領域では、通信応用や地上でのイメージングなどもあるが、技術の展開の可能性についてお聞きしたい。

→非常に高い周波数であるため、発信器のパワーの問題があり通信への使用に関しては、まだ難しい。しかし、増幅器部分に本研究成果のアンプを使うことで、将来通信への応用が期待できると考えている。今回はそのための基礎技術開発になっている。

⑦IoT/5G時代の様々な電波環境に対応した最適通信方式選択技術の研究開発

○こういった伝搬モデルはITU-R等で様々提案されており、かなり精度が高いモデルも提案されているが、提案モデルの特徴と従来のモデルとの性能差を教えてください。

→提案モデルは、WINNERIIモデルをベースとしているが、見通し(LoS)と見通し外(NLoS)の区別があり、特に干渉が厳しくなる送受信距離が100m~200mの領域では誤差が20dB程度となる場合がある。提案モデルは道路の曲がりによりLoSとNLoSの間の領域も厳密に解析できるモデルであり、その結果場所によらず誤差6dB以内の精度を実現している。

○想定されるユースケースによって装置構成を変える必要があるのか。

→建物や障害物など環境を学習するなどして、APの配置を密にしたり粗にしたりする必要がある。

○自動的にモニタリング装置の最適な配置などは分らないか。

→現時点では、配置して、環境や利用状況に応じて徐々に増やすしかないと考えている。

⑧異システム間の周波数共用技術の高度化に関する研究開発

○伝搬モデルの構築が随所に出ている。ITU-R P. 2108は100GHzまで広範囲の周波数で利用できる。今回提案されている伝搬モデルは2.3GHz、26GHz、38GHzとか、それぞれの周波数毎に分けたきめ細かい伝搬モデルなのか。

→周波数の適用範囲が広いITU-R P. 2108をベースとしている。今回の検討では、既存システムを安全に保護することに重点を置いている。モデル構築の際は、各周波数帯において、過小評価しないような配慮をしておき、各周波数帯の使われ方、例えば、アンテナパターンなどを考慮してモデルの拡張を行っている。また、2.3GHz帯では実用性の高いモデルを構築することを主眼に置いている。ITU-R P. 2108に対して、保守的な推定が出来るようにクラッタの選定を一部改良したものが、2.3GHz帯の伝搬モデルである。高い周波数帯においても、似たようなアプローチだが、周波数帯毎に特性が異なるため、統一して扱うことはせずに、計算量とのバランスを考慮しながら評価を行った。

○特許件数が多いが、特許があると直ぐに利用できないとの認識である。特許は、社会実装された2.3GHz帯、26GHz帯以外の周波数帯での技術になるのか。

→特許は位置測位、センシングネットワーク、信号検出手法など、電波伝搬以外を含めた幅広い分野で取得している。なお、研究開発で取得した特許であれば、委託研究契約の規程により、総務省様であれば利用可能となっている。例えば、信号検出は実際に特許出願された技術を使って、社会実装における実験に使われている。

(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第5世代移動通信システムの国際協調に向けた国際機関等との連絡調整事務

○新たな5G用周波数割当ての成果として非常に良い成果だと感じる。今後WRCに向けて、どのような取組をしていくか説明してほしい。

→我が国の周波数事情と調和のとれた標準化が望ましい。このため、ITU-Rでの議論を念頭に置きながら、IMT周波数帯の割当てを検討していく。

○今回の成果もすばらしいものだが、最低限日本として確保したかった周波数帯は獲得できたのか。一応合格点と言えるのか。

→ITU-R では、3GPP 規格としての n258 バンドが議論されていた。一方で、日本では他システムとの関係から n257 バンドが採用された。3GPP 規格に合致しており、成果としては合格点と認識している。

○もっと高い周波数を日本は活用できないのか。世界的な動きと関連して説明してほしい。

→米国には、ミリ波を活用したネットワークを構築しているオペレータもいる一方で、ミリ波の障害物に弱い特性を厭い、ミリ波を活用しない国もある。いずれにせよ、今後トラフィックが増大することは自明であり、周波数逼迫を避けるためにも高い周波数帯を活用していく必要がある。Beyond 5Gでは、テラヘルツ帯の活用が検討されており、高い周波数帯を活用することになると認識している。

②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

○CISPR で合意に至らなかったのはなぜか。

→利用周波数については一定の結論が得られているものの、高調波の許容値等に関する議論の必要性が提起されその一方で、測定法の早期の策定を求める事業者もいることから、まずは測定法について、次に許容値についてと、段階的な策定の検討が進められている。

○測定法はなんとかかなるとして、許容値はどのように定めていくのか。段階を踏むとのことだが、研究のレベルとシミュレーションから得た知見を利用するのは難しい場面があるだろう。どのように進めていくのか。

→各国のエキスパートが参加する場において、許容値の初期値については CISPR の共通規格に基づき算出し、それらが妥当であるかなどについて議論している。離隔距離や確率的な要素による干渉可能性等、共用検討対象となる無線システムの実態も踏まえつつ検討している。

○難しい状況は理解するが、EV 用と Beam WPT の実用化の時期のターゲットはいつ頃か。

→EV用は我が国では制度化されている。国際的にも実用化が進んでいる段階。一方、Beam WPTについては国内では昨年情通審一部答申を受け、実用化に向けて動いている。国際的には我が国からもITU-R等に入力しているが、周波数の特定等を進めて、順次、普及が進むものと思われる。

(3) 周波数ひっ迫対策技術試験事務 令和3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非静止衛星通信システムの高度化に係る周波数共用技術に関する調査検討

○本件技術試験事務はSpaceX(Starlinkシステム)の制度整備には間に合ったようだが、他のシステムの検討も間に合うのか。本件技術試験事務で検討した一般的な1つの基準で様々なシステムに適用できるのか。

→システムによって衛星の高度等が異なるため、それぞれ検討が必要となる。他のシステム導入に向けた制度化についてはタイムリーに進めていきたい。

○国産の衛星コンステレーションの計画はあるのか。

→国内ベンチャーが衛星コンステレーションを行う計画は聞いている。

○このままでは、国産の衛星コンステレーションを運用する場所がなくなってしまうのではないか。衛星コンステレーション同士の調整の方法について検討を始めてないといけないのではないか。他国の衛星コンステレーションにいい場所がとられないように考えてもらいたい。

→御指摘の状況はあると思うが、衛星の高度にある程度の幅があるので、必ずしも他国に軌道等をとられて、我が国が利用できなくなるようなことはないものと考えている。今、実験試験局としての衛星コンステレーションの相談が多いが、今後実用局の話となれば、技術基準を策定していくこととなる。

②災害時通信安定化のための衛星システムの高度化に関する調査検討

○今回の調査検討結果を踏まえ、Ku帯衛星通信システムに関する技術基準の改正に着手しているのか。

→まだ着手できていないが、早急に所要の改正を行いたいと考えている。

③900MHz帯を使用する新たな無線システムの導入に係る調査検討

○上の周波数と下の周波数があって、下の周波数はタイミングを合わせて周波数の有効を図るとあるが、ハードウェアで実験しているのは上だけである。下の周波数の方が難しい時間的同期だと思うがハードウェアでの検証をしていないのはなぜか。

→今年度は、時間的にハードウェアの提供などが間に合わず実現できなかった。方向性は見えたので今年度に進めていきたい。

- 共用に関して、既に導入を希望する提案の公募は締め切ったという理解か。
- 手続き的には令和元年に締め切っている。更なる公募はスケジュール的にできないが、一方で世界的に新しいシステム導入の動きがあり、対応すべきということになれば、スケジュールは遅れるがそういったものの検討を行うことは否定しない。
- 共用は、時間、キャリアセンスで良いが、ユーザー数やデータの出し方が違うと思うが、場所依存性、トラフィックの分布の偏りで、優先順位をつけていないのか。平等にキャリアセンスで避けるのではなくて、優先度はあるのか。
- 今後の課題であるが、この周波数は多くのシステムに使ってもらいたいと考えている。それぞれのシステムでどれくらい端末が普及するのか、主に使用される地域が都心なのかルーラルなのかにも依存する。この辺についても可能な限り今年度調査し、より詳細な運用方法を考えていきたい。

④動的な周波数割当に向けた無線局間の共用に関する調査検討

- 公共業務レーダーの利用者とは、しっかりと事前調整ができていて、干渉の心配がないことを確認しているという理解でよいか。
- ご認識のとおりである。共用検討会の議論にも参加いただいております、干渉の心配がないことを確認している。
- 船舶用レーダーで一般的に使用されるマグネトロンレーダーは、経年劣化や長時間利用によって中心周波数からずれた周波数を発信する場合があります。サンプル測定を再度行うことも考えた方が良いのではないかと。
- ご指摘のとおり、マグネトロンレーダーの発信周波数には変動があると考えられる。情報通信審議会での議論では、ご指摘頂いたことも考慮して検討していきたい。
- 有益な成果だと思う。今回1.2GHz帯ではデータベース方式、9.4GHz帯ではセンサ方式の概念をそれぞれ採用しているが、どちらの方式を採用するか上位の考え方はあるか。
- 現在のところ、ケースバイケースで性格を見極めてアプローチ方法を決めている。今後、一般的な方向性についても検討していきたい。

⑤可搬型の同報系防災行政無線の導入に向けた技術的条件に関する調査検討

- 戸別受信機を含めた同報系防災行政無線システム全体としてのコストは今回の取り組みでどの程度効果があったのか。

→今年3月時点の調査では2.4億円となっており、システム全体を見ても低廉化が進んでいる状況となっている。今回の戸別受信機の相互接続の確保によって、更なる競争の促進等による低廉化も期待される場所である。

○防災行政無線は屋外スピーカーからの音がうるさいという意見をよく聞く。また戸別受信機は誰が整備するのか。

→そのようなご意見があることは承知している。ただ、風水害時では屋外スピーカーからの音が聞こえづらいケースがあったり、お年寄りなどの情報難民に着実に情報を届けるには、戸別受信機の配備促進が必要不可欠である。戸別受信機の整備は自治体が行っており、今回の取り組みとその成果については、消防庁とも連携し、自治体向けの手引きの改訂等を行い、広く周知広報を行っている。

○ARIB標準規格化がなされているということで、ある程度、相互接続できる可能性は見えていたと思うが、それがきちんと確認出来たということによろしいか。

→そのとおりである。これまで明確に確認が出来ていなかったもので、今回、相互接続の検証・確認が出来たのは大きな成果となった。

(4) 電波資源拡大のための研究開発 令和3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。

①90GHz帯リニアセルによる高精度イメージング技術の研究開発

○大変良い展開になっており実用化、海外への輸出に向けていい成果だと思う。このような認識系のシステムの場合、フォールスポジティブとフォールスネガティブが非常に重要な概念だと思うが、サイズとしては世界最小の異物を認識できるということだが、フォールスポジティブとフォールスネガティブの面については完全にクリアできたとの理解で良いか。

→まさしく世界最小の異物を認識できることが商用システムになる際の肝だと認識しているが、現段階ではそこまでの段階ではない。レーダーなので、有る物を有るといふべきであり、有る物を無いと言っても、無い物を有ると言ってもダメなのでマレーシアでの実証実験でその辺りを定量化してマレーシアでの認証に向かうべく実験を進めている。

○実用化に向けて着実に進んでいる印象を受けた。その際に使っている周波数が90GHzなの

で目標の3 cmということになると、大体10ラムダくらいの大きさと考えて、実際に実験してみてもかなり小さいもの、それよりも小さいものを見つけることができるのか。それから、金属や石など色々あるのでその辺りはどうなのか。それから天候にも左右されるので滑走路面が雨等で濡れて膜が張ったような状態になった場合クラッター等の影響は今までの実験で分かったことがあったら教えて欲しい。

→どこまで小さいものが見えるのかという第1の質問と、雨の影響とはという第2の質問だと理解した。第1の質問については、1インチのシリンダーというのが10ラムダぐらいだが、FODで検出される異物の形は必ずしも電波にとって都合の良い等方対称のものではなく、例えばボルト、ナット等電波の入射方向によってはレーダークロスセクションがかなり小さくなってしまう。システム評価として、1インチの金属シリンダーの場合どの方向から電波が入っても同じレーダークロスセクションを持つものとして評価しているが、実際発生するFODはそのような等方的なものばかりではないため、ラムダでどれだけ、というよりは形状の違いをシミュレーションと実験で得られたデータベースを用いて判断することになる。このため、波長というよりは形状の関係、材質との関係で色々データベースを構築しているところである。第2の質問については、空間伝播するときに降雨減衰でシグナルが弱まるという側面と、クラッターが発生して雨によってノイズレベルが上がるという側面がある。当然雨は降らない方が良いが、降った際にはそのような物理現象が起こると認識している。実験場所としてクアラルンプールを選んだのも雨が少なくデータが良くとれるという理由もあり、現在雨の影響の定量性を向上させる取り組みを進めている。

○国内外の空港に入っているとのことだが、海外の場合は、日本の技術以外の（ヨーロッパ、米国等）競争会社がありそことの競争になると思うが、その時の競争力はどのように評価しているのか。

→既にイスラエル等いくつかの会社が実際の運用空港に導入しており、我々は後発であることは事実である。ビジネス的には非常にシビアだが説明したように、レーダー性能としてはどこよりも勝っていると自負している。ただ、最後はハードの性能だけでなく、誤検知率や価格、国毎のレギュレーションや航空当局との技術交流も関わってくる。それぞれの国ときっちりとその辺りは進めていくこととしたい。単に技術だけでなく、価格も政治力も必要だと認識している。

②無人航空機を活用した無線中継システムと地上ネットワークとの連携及び共用技術の研究開

発

○色々な成果を上げていると思うが、標準化には関係ないのか。

→元々この研究開発がスタートしたきっかけは、ITU(International Telecommunication Union)において5GHz帯が無人航空機に割り当てられ、その後衛星通信のKuバンド等も無人航空機に割り当てられたといった経緯からスタートした。その成果をAWG(Asia-Pacific Telecommunity Wireless Group)にレポートという形で提出し、主にアプリケーション系を中心とした日本の災害対応の取り組みについてのレポート作成に寄与した。その後、この成果をベースとしてICAO(International Civil Aviation Organization)等で5GHz帯の標準化の作業が始まっており、現在進行中である。また、民間の標準化規格団体RTCA(Radio Technical Commission for Aeronautics)において標準規格文書が昨年12月に制定されており、周波数帯は全く同じであることからそこにこの成果が波及したとみている。

○この続きとして、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)として平成30年頃から取り組んでいるようだがこれは何をやっているのか。

→SIPでは飛行体基地局としてヘリコプター又はドローンに基地局を載せて災害時に臨時的にエリアを作ることを想定し研究をしている。災害時というのも一つのアプリケーションとなるが、遭難者の救助等で山の中で電波が届かないといった場合にもヘリコプターやドローンを飛ばして通信し遭難者救助の迅速化に適応するといった検討をSIPの中で行っていた。

③次世代衛星放送システムのための周波数有効利用促進技術の研究開発

○放射パターンの検討において、5都市（札幌、東京、大阪、福岡、那覇）で増力したビーム形成が必要な理由はなにか。

→本研究開発では、例として、5都市（札幌、東京、大阪、福岡、那覇）の増力を電波無響室で検証した。実際の増力に際しては、降雨減衰の場所に応じた増力ビームが必要であると認識している。

○12GHz帯と21GHz帯の今後の導入のイメージについてお伺いしたい。また、12GHz帯で今回開発された技術の今後の戦略を聞きたい。

→21GHz帯は12GHz帯と同じ東経110度の放送衛星から日本に向けた電波として周波数確保を行っているので、一つの衛星に両方の中継器を乗せることが可能である。12GHz帯と21GHz

帯の両方を活用する新しい放送サービスなど対応できればと思っている。今回開発した技術の12GHz帯の応用について、21GHz帯は衛星からの出力レベルの最大値が高く衛星からの放射パターンを増力することができるのに対して、12GHz帯は出力の最大値が制限されているので、放射パターンによる増力は検討が必要である。

○21GHz帯の放送衛星について、諸外国に対して日本は進んでいるのか。技術面やサービスの観点から諸外国に対して日本のプレゼンスを今後どのように維持していくのか。

→周波数権益確保という面では、衛星申請と衛星からの電波発射が必要となるため、日本の方が諸外国より一歩先に進んでいると思っている。技術的には、放送衛星から放射パターン制御などは他にはないものと考えている。今後、21GHz帯衛星を使ったデモンストレーションなどをアピールしていくとともに、ITU-Rへの寄与なども継続して行っていきたい。

④小型高速移動体からの大容量高精細映像リアルタイム無線伝送技術の研究開発

○ニーズ・引き合いの状況はどのようなか。

→引き合いはあるが、価格の面で採用までには至っていない状況である。

○2K・4Kよりもサイズ・価格への対応が必要ではないか。

→ご指摘の通りである。特にドローンに搭載するには大きすぎると認識している。

○自治体への展開はどのようなか。

→特に山岳地域を持つ自治体様にご興味を持って頂いており、注力している。

⑤次世代映像素材伝送の実現に向けた高効率周波数利用技術に関する研究開発

○非常に優れた技術であり国内に限らず海外でも展開できたらいいが、海外における関連技術の動向はいかがか。

→海外はDVB-TのOFDM方式を採用したものが多く、まだ世界的にMIMO技術を導入したFPUはない。小型のワイヤレスカメラではFPUより無線LANの技術を活用したのも出てきているようだが、高品質を提供するのであれば専用周波数を用いるFPUが有用と考えている。

○この技術は、コロナ禍でニーズの高まっている映像配信やライブビューイングなどへの応用・展開といったことも考えられるか。

→現在の装置は双方向性や、映像だけでなくIP信号も伝送できるよう開発されており、移動環境だけでなく固定環境でも使えることを実証している。例えば、リモート制作ということで、移動中継車や現場でのスタッフ数を減らして、放送局側でコントロールして番組制作を行うといった展開も考

えられる。

○双方向通信を実現することで、下り回線には制御用信号を送る以外にもニーズがあるのか。

→オンエアの映像がどのようになっているのか現場で確認するための送り返し用途や、音声の連絡用回線としての利用など、それなりにニーズがあると考えている。

○OTDDの上り下りの時間比率は異なるのか。

→本研究開発では上りに8K映像を伝送するというで上りの比率を高くしたが(上り1.9ms、下り0.3ms)、上り下りの時間比率は用途に応じて柔軟に変えられる。

⑥テラヘルツ波デバイス基盤技術の研究開発 ～300GHz帯増幅器技術～

○利得が上がらないと、伝送距離を伸ばせないと思うが、現状はどのぐらい伝送距離を出せるのか。目標としては、どのようなニーズに合わせた伝送距離を考えているのか。

→現状は数m程度だが、ニーズとしてビル間通信を考えると数十m～100mは欲しいと考えている。

○挑戦的な目標設定だったと思う。周波数を下げると目標としているゲインを得られる等、周波数を下げたTWTを作成することは可能なのか。

→TWT全体の設計としては、帯域が狭くなる等を考慮して280GHz以上でゲインを出せるよう設定している。そのため、電圧を高くする必要がある等製造上のハードルも上がるが、今回の研究成果を基に、周波数を下げたTWTを製造販売することは可能である。

○広帯域でゲインを求めるのは、挑戦的な取組だと思う。遅波回路の2段構成はよく見るやり方で、おそらく今後はシミュレーションで精度を高めていくのだと思うが、物作りの段階においては、精度要求をクリアしていると理解してよいか。

→2段構成については、研究期間中も何度か試して精度が出せることを確認している。将来的に1段構成で回路を長くする方向で研究を進めていきたいと考えている。

(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102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 教授 | 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 副学長 | 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 副学長 | 欠席 |
| 〃 | 前原 文明 | 早稲田大学 教授 | 出席 |
| 〃 | 山尾 泰 | 電気通信大学 客員教授 | 出席 |