

# 電波利用料による研究開発等の評価に関する会合（第73回） 議事要旨

日時：平成29年3月16日（木）10：00～  
場所：総務省10階 共用10階会議室

## 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 平成29年度継続評価
  - (2) 周波数ひっ迫対策のための技術試験事務 平成29年度継続評価
  - (3) その他
- 3 閉会

### 【配付資料】

資料73-1 電波資源拡大のための研究開発 平成29年度継続評価資料  
資料73-2 周波数ひっ迫対策のための技術試験事務 平成29年度継続評価資料

参考資料73-1 電波資源拡大のための研究開発の継続評価について  
参考資料73-2 周波数ひっ迫対策のための技術試験事務の継続評価について

## 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 平成29年度継続評価

事務局から、参考資料73-1「電波資源拡大のための研究開発の継続評価について」に基づき、評価の進め方について説明があった。

各研究開発案件の担当者から、資料73-1「電波資源拡大のための研究開発 平成29年度継続評価資料」に基づき、説明がなされた。主な質疑応答は以下のとおり。

#### ① 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

○7mのような近傍界では位相のコントロールが難しいのではないかと、また、伝送速度はどの程度なのか？

→OAM伝送はもともと近傍界での伝送を想定したものである。確かにアンテナからの反射等の影響がありますが、受信側の信号処理により直交化を行う処理を行っている。なお、モードあたりの容量は、変調速度が5Mbaud (Baud=symbol/s) であることから、16QAM (4bit/symbol) では20Mbpsとなる。

○今回の評価における帯域幅はいくらか？アンテナの大きさは？

→帯域幅は5MHz。アレー径600mmで、小さいとは言えないが現実的な大きさと考えている。

○Link Budgetの計算において、劣化要因は考慮されているか？

→今年度の検討では受信電力によるSNRの評価までで、モード間干渉等は今後検討していく。

#### ② 無人航空機システムの周波数効率利用のための通信ネットワーク技術の研究開発

○3次元空間の電波伝搬モデルは、2次元空間とどう違うのか。

→地上にある3次元の構造物を考慮して、その反射や遮蔽の影響が飛行高度によってどう出てくるのか等を検討する。この場合、3次元の全てを条件として入力すると処理が膨大になるため、典型的なものをいくつか観測し、その部分的な観測値をもとに、その間を補完することで3次元空間全体としてのシミュレーションデータを推定し、

アルゴリズムの検討課題にデータを渡すこととなる。

○電波伝搬モデルの検討はなかなか難しいのではないかと思う。シミュレーションの確度はどのように見極めを行うのか。

→まずは自由空間伝搬損失でシミュレーションし値を出す。それから、都市や森などいくつかのパターンの観測値を得ることで、観測データと予測結果との差をパラメータチューニングで埋めていく。

○ドローンのように比較的ゆっくり飛行するものと固定翼機とでは何か差はあるのか。

→固定翼機の方が、電波伝搬環境の変化速度が大きい。実際に、飛行速度の違う2つのモデルを想定してデータを測定している。

### ③多数デバイスを収容する携帯電話網に関する高効率通信方式の研究開発

○海外での発表としてIEEE系と言っていたが、具体的には何か。

→2017年5月に米国で開催されるIEEEの通信系の国際学会であるIEEE CQRIに採択された。本会合にて研究開発の成果を発表予定である。

○標準化は進めていくのか。

→課題イについては既に3月の3GPP RAN1に出席し寄与文書を提出した。4月以降も積極的に寄与文書をインプットしていく予定。

○コンテンツベースについて、標準化をしっかりと行わないと、世の中で使われない技術となる。

→3月の3GPP RAN1 プレナリに先んじて2月の3GPP会合でもコンテンツベースアクセス方式について提案を行った。本年度は要素技術の研究開発を実施しているが来年度からは実証も予定しており、積極的に4月以降も寄与していきたい。

### ④第5世代移動通信システムの無線アクセスシステムの相互接続機能に関する研究開発

○海外に端末を持っていくと、必ずしも対応帯域と現地の運用帯域がぴったり一致しない場合でも、近い場合があるだろう、その場合のネゴは。

→端末が持つ性能も含めて、ポリシーの調整を行う必要がある。ポリシーの調整により、多数接続に適した帯域、低遅延を提供できる帯域など、適切なところにつながるようにする。

○災害時の取り組みとして、帯域を融通する仕組みが有ったと思うが。

→5Gならではの、さまざまな要求条件に応じた帯域選択を可能とするのが目的。

○3Gでは、OHG(Operators Harmonization Group)を作って連携について検討した。5Gでも同等の仕組みが必要だろう。より難しくなるが、標準化の機運を高めて欲しい。

→了。Horizon-2020の仕組みなどで欧州と連携していることもあるので、そういう場を活用したい。

#### ⑤第5世代移動通信システム実現に向けた研究開発～超高密度マルチバンド・マルチアクセス多層セル構成による大容量化技術の研究開発～

○よく検討している。研究実施する上で何か苦労した点はあるか？

→展示会等に成果を分かり易くアピールするための対応に苦労した。また研究成果の数値目標について、目標を上回る数値になっているが、各機関の状況を月一回確認しあい、苦労しつつ切磋琢磨して達成している。

○標準化活動は行っているか？

→3GPPなどへの提案活動などを行っている。

○総合実証ではどのようなことを実施するのか？

→H17年度から3年間の予定で、無線装置から始めて、ネットワーク、アプリケーションサービス含めてシステム全体の総合実証試験を計画している。5GMFの5Gシステム総合実証試験推進Gで試験シナリオのWhite Paperを作成しており、約40テーマをまとめている。これを参考として、29年度の総務省技術試験事務として公募見込み。

#### ⑥第5世代移動通信システム実現に向けた研究開発～高周波数帯・広帯域超多素子アンテナによる高速・低消費電力無線アクセス技術の研究開発～

○スループットについては目標値設定があるが、低消費電力についてはどのような取り組みを行っているのか。

→既存の基地局の電力より低電力となるよう検討している。課題は、端末側であり、送信電力を10dB以上削減する目標値を立てており、目標を達成している。

○ビームフォーミングについて、アンテナのサイドローブはどの程度抑えられているのか。

→低SHF帯では異なる方向のマルチパスが存在する環境で使用する前提なので、他ユーザ

への干渉を抑圧することが重要である。Zero Forcingにより理論的には他ユーザへの干渉をゼロにできるが、実機では干渉を現在10dB程度低減可能なことが確認できている。高SHF帯では第1サイドローブで13dB程度であり±45度方向にビームを振れる。

○高SHF帯はその程度のサイドローブの量で問題ないのか。

→高SHF帯はアナログビームとデジタルのプリコーディングの組み合わせになっており、サイドローブの影響はプリコーディングで補償するので問題ない。

### ⑦第5世代移動通信システム実現に向けた研究開発～複数移動通信網の最適利用を実現する制御基盤技術に関する研究開発～

○周波数共用に関して、移動通信システム以外とのことだが、具体的には何か。

→レーダー、衛星などを想定している。

○5Gの定義によるが、WiMAXやWiFiは共用対象として入ってくるだろう。それ以外、たとえばM2Mや工場内無線は、インターネットにはつながらなくても良いケースもあるが、これらも想定しているのか。

→どこまでを移動通信とみなすかは議論が必要だが、これまで多用途向けとされている周波数帯で、まだ十分に使用されていないものの利用について検討している。

○この研究は、経営ポリシーの異なる事業者間で合意形成することが大前提。技術開発だけでなく、この点を念頭に置いて研究を進めてほしい。

→事業者が使いやすいインタフェースを検討することに留意して進める。

### ⑧ミリ波帯による高速移動用バックホール技術の研究開発

○鉄道環境のモデル化として単線モデルが提示されているが、新幹線を考慮すると複線のモデルが必要ではないか。

→実際の新幹線を想定した、複線のモデルを構築済みである。

○高速な通信はRoFや漏洩ケーブル以外にはないのか。例えば、可視光通信はどうか。

→光空間無線の研究は以前に実施したことがあるが、ビーム制御やその機構が難しい部分がある。また、保守性を考慮すると機械的な機構はできるだけ鉄道沿線に置きたくないという事情がある。

○コストの問題はどうか？

→コストはLCXなど他技術より抑えられると試算している。光の分配と伝送技術は低コス

トの民生用デジタル通信の技術の応用が可能である。

#### ⑨300GHz帯無線信号の広帯域・高感度測定技術の研究開発

○海外の研究開発と比較は行っているのか。

→世界最高水準の成果を出すことができている。特にスプリアスに関する特性は世界一である。

○本研究開発が対象としているQPSKでは目標として十分だと思うが、16QAM等では少し厳しいと思う。その点も是非検討してほしい。

→了。

○学会での成果発表が期待される。

→学会で発表ができる成果が出てきたところなので、今後は積極的に取り組んでいきたい。

#### ⑩不要電波の広帯域化に対応した電波環境改善技術の研究開発

○不要電波の抑制効果をどのように評価しているのか。

→ノイズ抑制シートの測定方法の国際規格であるIEC 62333-2を参考に評価を行っている。

○どの程度の抑制効果があるか保証することはできるのか。効果が保証されていないと、メーカーは製品に採用できない。

→不要電波を10dB以上低減し、3GPPの規格に規定されている95%以上のスループットを確保することを目標としている。よって、不要電波が混入したときの無線通信性能（スループット）を保証することはできると考えられる。

○不要電波だけではなく、無線信号も抑制してしまうことはないのか。

→御指摘の点は非常に重要。そのため、本年度は、回路に不要電波を注入したときの反応を検証し、不要電波の低減効果に周波数依存性があることを明らかにした。平成29年度は、この検討結果を踏まえ、不要電波が受信機全体に均一に注入された場合と回路に局所的に注入された場合の比較検証を行うこととしている。

#### ⑪地上テレビジョン放送の高度化技術に関する研究開発

○移動体向け放送については、今のワンセグに比べてどのくらい良くなるのか？

→様々なパラメータ設定を選択できるようにすることで、今のワンセグと同等の

所要CN比で画質を良くすることや、今のワンセグと同じ画質で所要CN比をマイナスにできるような仕様としている。

○TDMやLDMを検討しないのか。

→TDM、LDMについても、引き続き、机上での検討を進める予定。

○OFDMベースなので、サブキャリアに異なる変調方式を2つや3つ入れておいて、場合によって選択できるような、そのような受信特性を向上させるような機能についての検討もあり得るか？

→6MHzの帯域内で行うとなると様々な制約があるが、様々なパターンについて比較検討する。

#### ⑫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

○アンテナは無指向のものを使用しているのか。

→移動体に搭載する送信側は無指向のものを使っている。受信側は、現在は指向性をもつパッチアンテナを使用している。複数のアンテナを固定してエリアごとに切替えや合成を行い、マルチアンテナで使用する。

○本件は実用的な研究開発だと考えるが、特許が少なすぎる。

→来年度は信号の合成技術やドップラーシフト補正技術等の特許を取得する予定である。また、外部発表等についても積極的に行う。

○F1での使用も視野に入っているようだが、移動速度は100km/hが上限なのか。

→現在は100km/hである。高速移動伝送における加速に対する追従性について、実証実験で得られたデータの解析により課題抽出及び解決策の提示を行うことを実施計画書に記載する。

#### ⑬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

○国際標準化の取組を行う必要はないのか。

→新しいシステムなので、実用化に向けて制度整備が必要となる。研究開発後の制度化に向けた取組については、担当課と相談しつつ検討を行っている。

○外部発表がすべて日本語で行われているが、英語での発表を行う予定はないのか。

→初年度は国際学会でも発表を行っており、今後も予定がないわけではない。今年度は装置試作に注力したため、外国向けの発表まで至らなかった。

○国内における8K導入の機運を盛り上げるためにも、研究開発の最終年度である来年度は外国向けの発表も含めて対外PRに努め、電波利用料R&Dとしての成果を世の中にアピールしてほしい。

→了。我々としても2020年の東京オリンピックでの実用化を見据えて、研究開発終了後も含めて取り組んでまいりたい。

#### ⑭テラヘルツ波デバイス基盤技術の研究開発－300GHz帯真空管増幅器技術－

○4年計画の3年経過しているが、目標到達できるのか。

→1番の難関はクリアしており、あとは試作を積み重ねれば問題ない。

○シミュレーションで改良点を探っているのか。

→実測とシミュレーション両方おこなっている。

#### ⑮テラヘルツ波デバイス基盤技術の研究開発－300GHz帯シリコン半導体CMOSトランシーバ技術－

○用途は屋内を想定しているのか。

→屋内を想定しているが、アンテナによっては屋外のP2P通信にも使える。

○全体としての目標はなにを考えているのか。

→通信距離1mで100Gbpsを想定している。

○何を目標にするのかによって要求性能も変わる。高い周波数を使うニーズは何か。

→例として4K・8Kの非圧縮配信を想定している。また、指向性を利用したマルチストリーミング配信なども考えている。

#### ⑯複数周波数帯域の同時利用による周波数利用効率向上技術の研究開発

○920MHz帯、2.4GHz帯及び5GHz帯の3つの周波数が対象とされているが、空いている周波数帯を検出する技術については、これら以外の周波数帯域についても汎用に見える技術なのか。

→物理レイヤ技術について、フレームフォーマットが大きく異なるなど、全く異なる同期処理技術が要求される場合などについては難しいが、それ以外の部分、例えば、同時伝送のためのアクセス制御技術などをアンライセンスバンドの60GHz帯などに適用す



ることなどは可能と考える。

○IEEE802.11等の場で標準化活動を行っているようだが、空いている帯域があったら勝手に送ってしまうような方式のほうが効率が良いのではないか。後方互換性も高く、拡張性もある。

→帯域があまり混んでいない状況においては、ご指摘のような通信が効率的である。他方、本研究開発では、まずは無線LANを中心に標準化活動を行い、ある程度帯域が混んでいる状況について研究開発を進めているところであり、ご指摘頂いた方法についてはそこをクリアしてから検討したい。

#### ⑰ 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

○海外の状況について、今回のチャネライザの特性は世界トップレベルなのか。

→500MHz幅を目標にしており、トップレベルである。

○アップリンク・ダウンリンクにはどんな方式でも使えるのか。例えばOFDMでも使えるのか。

→再生中継ではなく、ベントパイプのイメージなので問題ない。通る信号の制約はない。

○ビジネス的にはコンパクトな衛星が増えてきているが、そういうものにも使えるのか。

→小さいものにも転用可能。

#### (2) 周波数ひっ迫対策のための技術試験事務 平成29年度継続評価

事務局から、参考資料73-2「周波数ひっ迫対策のための技術試験事務の継続評価について」に基づき、評価の進め方について説明があった。

各技術試験事務案件の担当者から、資料73-2「周波数ひっ迫対策のための技術試験事務 平成28年度継続評価資料」に基づき、説明がなされた。主な質疑応答は以下のとおり。

#### ① 無線LANのDFSにおける周波数有効利用の技術的条件に関する調査検討

○今年度の結果として、パルスパターンとの組み合わせだということが分かった、とのことだが、この後でどう対応するのか。

→今年度のシミュレーションの確認のため、来年度は、屋外で実験してみる。

○今年度明らかになった問題点を、制度的にどう解決するのか。

→無線LANが反応するパルスパターン等を技術基準に規定することを想定。

○全てのパターンを考慮するのか。

→想定される組み合わせの中から検討する。

## ②公共分野におけるブロードバンドシステムの利用拡大のための技術的条件に関する調査 検討

○公共ブロードバンドと共同利用プラットフォームの利用シーンはそれぞれどのようなものを考えているのか。

→公共ブロードバンドは、主に被災地の映像を対向で通信する運用がされている。一方、共同利用プラットフォームは1つの基地局を複数の利用者が共同で使うことを想定している。

○公共ブロードバンドと共同利用プラットフォームは、使う場所が異なるということになるか。

→然り。公共ブロードバンドは災害の発生した場所、共同利用プラットフォームは都市部といった棲み分けも含めて検討している。

○公共ブロードバンドでは30MHzの帯域を5MHzで使用しているが、共同利用プラットフォームでも、同様になるのか。

→然り。共同利用プラットフォームでも5MHzでの利用を想定して検討している。

## ③移動型の携帯電話用災害対策無線通信システムに関する検討

○最終的には中型ヘリコプターに搭載することを想定しているが、今年度の実験ではドローンで実施したということか。

→今年度は電波伝搬の特性に関する実証についてドローンで実施したもの。

○8cm×8cmアンテナについて、ヘリコプターで使用できるのか。

→然り。

○アンテナを機内に設置する場合は、救助の時に邪魔になることも想定される。運用上の課題についても整理すると良いのではないか。

→了。

#### ④次世代の航空機着陸誘導システム（GBAS）の導入のための技術的条件に関する調査検討

○羽田空港内でも場所によって路面反射の違いなどがあると思うが、それはその都度その都度データを取得し結果を確立するのか。

→羽田空港の場合は、GBASの受信機を置くことができる場所が決まっているため、その場所に置いて測定する予定。

○直接進入する場合と上空で旋回してから進入する場合とでは高度が異なってくると思われるが、それらの違いを考慮した方が良いのではないか。

→高度ではなく進入する時の角度が重要になってくる。また、本検討では旋回してから進入してくるパターンをメインで検討している。

○羽田空港内ではGBASの送信機を4カ所置くことができるとの話だが、将来的には滑走路が1本しかないような地方空港にも置くことになるのか。

→飛行機が直進進入するのみの空港では設置する必要はないかと思うが、滑走路が1本であっても、直前までカーブで進入するようにしたいと考える空港には設置する必要がある。

#### ⑤漏えい電波からの無線設備保護に向けた技術的条件に関する調査検討

○無線設備とは、何をもって無線設備としているのか。

→現時点では具体的な設備は特定しておらず、どのような無線設備に影響を与えるかも含めて調査しているところ。

○CISPR等の測定法等は既に決まっているものであり、何をしたいのかがよく分からない。

→CISPR等で測定法は定められているが、様々な設備からの漏えい電波の性質を得るために、I/Qによってデータ取得して後処理で様々な分析が可能な方法を検討した。測定した漏えい電波の実態状況を使って、今後、高周波利用設備に係る技術基準の改訂についての検討を行うものである。

○今後普及していくであろうWPTなども調査しているのか。

→WPTも調査対象であるが、現在商品として市販されているものは、電力が10Wより小さい携帯電話用等のWPTなので、それらを測定した。電気自動車用WPTについては、まだ開発段階にあることもあり、本調査検討には含めていない。

## ⑥12GHz帯BS・CSデジタル放送の周波数有効利用のための技術的条件に関する調査検討

○周波数再編及び右旋・左旋の共用において、ほぼ問題無いとの結果であったと理解したが、今後どんな問題がありえるのか。

→本年1月、実際に4K・8K放送を行う事業者が認定されたが、これに基づき具体的な再編の詳細なスケジュールが決まっていく。この詳細スケジュールに従い、より実用に即した議論を行っていく。

○端末から見たら受ける電力は同じか。電力が同じであれば、直交性が担保されていれば交差偏波保護比は技術的に確保できると思われる。

→ご理解のとおり。ただし、一部の平面アンテナなどにおいては交差偏波保護比が悪いものがある。また、アンテナが衛星に正対していない場合は保護比が悪化し、右旋中間周波数に漏れ混みが確認された。

## ⑦23GHz帯無線伝送システムの双方向化等に関する技術的条件の調査検討

○双方向化に関して、ケーブルテレビではインターネット信号も含め伝送しているのか？

→然り。ケーブルテレビでは90MHz～770MHz帯を6MHzごとに区切って、映像信号やインターネット信号を入れて伝送している。

○「アンテナの交差偏波識別度及びOMTの偏波分離度のみではD/U比の確保が困難と判断し、上り信号と下り信号をそれぞれ別々のアンテナで送受することとし、双方向化を図った。」という記載について、何が困難でアンテナを一つにできなかったのか？

→上り信号と下り信号のガードバンドとして50MHz幅しか取れなく、急峻なフィルタが必要となるが導波管が巨大となる。今回は小型・軽量化も検討事項であったことと、調査検討期間に限りがあったことから、送受分離型のアンテナが適当であると判断した。

## ⑧1.7GHz帯等における携帯電話用周波数の確保のための技術的条件に関する調査検討

○「シミュレーション」とはどのようなシミュレーションを実施したのか。

→携帯電話と他のシステムとの情報通信審議会での検討手法をベースにして、その例を公共業務用の無線局に適用して検討を行ったもの。

○「1対1対向モデル」を採用しているが、携帯電話基地局は全国で無数に設置されている。複数の無線局からの影響の検討はできるのか。

→可能である。例えば、情報通信審議会で携帯電話の無線局と衛星地球局の干渉検討を実施した際は、置局数に応じて許容干渉レベルを10dB、20dB、30dB下げて検討した例がある。また、確率的検討では1km四方の範囲に無線局が何局存在する、などと条件を設定して検討を行った。

### (3) 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。

### 【総括】

各継続評価資料に対する質疑応答の後、評価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73回）  
構成員出欠一覧

	氏名	所属	出欠
座長	秦 正治	岡山大学 名誉教授	○
座長代理	橋本 修	青山学院大学 副学長・教授	○
構成員	井家上 哲史	明治大学 専任教授	×
〃	岩波 保則	名古屋工業大学大学院 教授	○
〃	大柴 小枝子	京都工芸繊維大学大学院 教授	○
〃	笹瀬 巖	慶應義塾大学 教授	○
〃	長谷山 美紀	北海道大学大学院 教授	○
〃	益 一哉	東京工業大学 教授	○
〃	守倉 正博	京都大学大学院 教授	×
〃	山尾 泰	電気通信大学 教授・センター長	○