

電波利用料による研究開発等の評価に関する会合（第34回） 議事要旨

日時：平成25年3月4日（月）13：30～
場所：金融庁14階 1414会議室

議 事 次 第

1 開会

2 議事

- (1) 周波数ひっ迫対策のための技術試験事務 平成25年度継続評価
- (2) 周波数ひっ迫対策のための国際標準化連絡調整事務 平成25年度継続評価
- (3) その他

3 閉会

【配付資料】

資料34-1 周波数ひっ迫対策のための技術試験事務 平成25年度継続評価資料

資料34-2 周波数ひっ迫対策のための国際標準化連絡調整事務 平成25年度継続評価資料

参考資料34-1 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

参考資料34-2 周波数ひっ迫対策のための国際標準化連絡調整事務の継続評価について

参考資料34-3 電波利用料による研究開発等の評価に関する会合（第32回、第33回）議事要旨（案）

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) 周波数ひっ迫対策のための技術試験事務 平成25年度継続評価

事務局から、参考資料34-1「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34-1「周波数ひっ迫対策のための技術試験事務 平成25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防災無線の高度利用技術に関する調査検討

○本技術試験事務では伝送レートの低いQPSKを検討しているが、従来16QAMで行ってきたのでサービスの質が低下するのではないか。

→16QAMはTDD方式であり、上りと下りの合計で45kbpsとなっているが、主に下りで使用している。上りはアンサーバック、連絡用や水位等テレメータといった利用頻度の少ないものであるため、QPSKのデータレートでも問題ない。仮にQPSKで上りを使用する場合は、下りで使っていない時間にアンサーバックすることが可能である。

○4値FSKは伝送速度が低いが、明瞭度は問題ないのか。

→音声に特化したコーデックを使用することで明瞭度を確保する。一方、当該コーデックはチャイムやサイレンの伝送に不向きなので、防災無線を使用していないときにこれらのデータを送ってスピーカ等の音源に蓄積し、チャイムやサイレンを鳴らすことになる。

○室内検証の他、屋外検証は行わないのか。

→固定系のためフェージングの影響はほとんど受けることがなく、静特性と同じ傾向と考えている。

②マイクロ波固定通信回線の高効率化に関する技術的条件の検討

○フィールド試験は、梅雨や夏期（7月～9月）を含めて実施すること。

→ご指摘の時期に実施できるよう準備を進める。

○NTTでは、離島でしか固定局を利用していないとのことだが、本システムの需要はあるのか。

→6.5/7.5GHz帯では公共業務用で利用しており、高層建築物が設置された場合の臨時回線、非常災害時等での需要がある。

○本研究開発では、アンテナ直下に送信機を設置することにより給電線損失（4～5dB）が軽減可能となるが、温度特性による装置補償のため、回線設計の際に1dB程度のマージンを加算する必要があるのではないか。

→今年度の実地試験において高温側となっても比較的安定した特性が得られることがわかっている。回線設計にマージンを加算するかについては、来年度のフィールド試験を含めて、更なる検討を実施する。

③ホワイトスペースを活用した無線システムの周波数共用技術に関する検討

○帯域通過型可変フィルタについて、入力信号を高い周波数に変換している理由は何か。

→200MHz帯の入力信号を600MHz帯へ持ち上げて干渉を抑えている。高い周波数帯でのフィルタの技術が先行しているため、これを採用した。

○高い周波数帯よりも低い周波数帯の方がQ値が高く、急峻なフィルタができるのではないか。

→低い周波数帯よりも高い周波数帯の方が、フィルタによる低減効果が高い。

○センシングを用いた与干渉回避を成立させる前提として、高い検出確率が必要ではないか。センシングによる検出で失敗する確率は、 $I/N=-10\text{dB}$ では半分程度から $1/1000$ まで非常に幅が広いように思う。検出に失敗して地上デジタルテレビジョン放送への与干渉が起きる確率を限りなくゼロに近くすべき、という要求が出るのではないか。

→センシングによる検出が $I/N=-20\text{dB}$ でも可能、という論文が存在しており、本検討はそれに基づき実施している。本検討では $I/N=-10\text{dB}$ まで確認しており、今後 $I/N=-20\text{dB}$ を目指して検討を継続する。検出に失敗し与干渉が発生する確率を限りなく少なくすべき、という要求については、ご指摘のとおりである。

④3.4-3.6GHz帯における第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）の周波数共用技術に関する検討

○試作したアンプは、隣接チャネル漏洩電力の非線形ひずみ等、想定した性能を満たす

ものか。

→特性試験を行い、3GPPの基準を満たすものであることを確認済である。

○試作したアンプには、何か特殊な技術が使用されているのか。

→使われている技術は従来の延長線上のものだが、携帯電話用としては初めて3GHzを超える高い周波数帯に対応するもので、製造に伴う技術的ハードルは高い。

○FPU (Field Pickup Unit) との干渉については検討しているようだが、STL/TTL/TSL (Studio to Transmitter Link / Transmitter to Transmitter Link / Transmitter to Studio Link) についての検討状況はどうか。

→評価資料では省略しているが、STL/TTL/TSLについても干渉検討を行い、その結果を情報通信審議会へ報告している。

⑤9GHz帯航空機搭載型合成開口レーダーの周波数有効利用技術に関する調査検討

○ドイツのF-SAR (合成開口レーダー) は、占有周波数帯幅800MHzで分解能0.3mを実現している。一方で、NICTのSARは、分解能0.3mを占有周波数帯幅500MHzで実現しているが、NICTのSARには何か工夫があるのか。

→分解能はレンジ方向の分解能と進行方向の分解能の2つで示され、一般的に占有周波数帯幅による分解能はレンジ方向の分解能で示される。NICTのSARとドイツのF-SARが同じ分解能にも関わらず、占有周波数帯幅に差があるのは、NICTのSARはレンジ方向の分解能、ドイツのF-SARは進行方向の分解能で示しているためと思われる。また、SARの照射ビームのレンジ (NEARレンジ、FARレンジ) によっても分解能は異なる。

○被干渉解析結果について、気象レーダーでは、破壊レベル以下の干渉電力 (18.9dBm) であれば、会合確率も低いため、問題ないということか。また、干渉解析に当たっては、気象レーダー側 (運用者) の意見は聞いたのか。

→会合確率が 2.0×10^{-6} と極めて低く、仮に航空機搭載SARのビームが気象レーダーに当たってしまったとしても、気象レーダーの飽和レベルは超えるが、気象レーダーを破壊するようなレベル (破壊レベル) には達しないため問題ないということである。また、気象レーダーとの干渉解析に当たっては、気象レーダー運用側 (メーカー、運用者) の意見を聞いた。

⑥近距離無線伝送システムの高度利用に向けた周波数共用技術の調査検討

○磁界共鳴方式の垂直・水平方式について、垂直方式の方が特性が良いことは分かるが、角度ずれによる影響は考慮しているか。

→基本的に電気自動車駐車場等に停止しているときを想定しているため、角度ずれの考えはない。

○最終的には、スプリアス値等について技術基準を策定するのか。

→具体的な検討は来年度のデータ取得後に実施する予定である。

○本技術試験事務の結果として、遮蔽すれば電波は漏えいしないことは既に分かっているのではないか。

→遮蔽することにより、無線設備規則第65条の最大許容値と比較して問題ないという意味である。技術基準は、電波法施行規則第46条の型式指定の基準を予定しており、最大許容値よりも厳しいものと想定している。

⑦屋内環境での電波雑音に関する調査

○対象とする周波数範囲はどれくらいか。

→400MHz帯、900MHz帯、2.5GHz帯及び参考として2.4GHz帯である。

○このままでは、手当たり次第色々な周波数帯を測定することになり、今後2年間で終了しない。どのような周波数帯を測定するかは、重要度を見極めて実施すべきである。

→放送波を含む重要と思われる帯域は、昨年度までの屋外電波雑音の調査検討で実施した。本技術試験事務では、今後利用が拡大するUHF帯を中心に検討する。

○屋内の電波雑音については、我が国固有のものとして他国と違うところはあるか。

→家電製品や住宅環境が異なる。

(2) 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34回）
構成員出欠一覧

	氏名	所属	出欠
座長	羽鳥 光俊	東京大学 名誉教授	○
座長代理	三木 哲也	電気通信大学 学長特別補佐	○
構成員	荒木 純道	東京工業大学大学院 教授	○
〃	黒田 道子	東京工科大学 教授	○
〃	鈴木 康夫	東京農工大学 教授	×
〃	秦 正治	岡山大学大学院 教授	○
〃	本城 和彦	電気通信大学 教授	○
〃	守倉 正博	京都大学大学院 教授	○

電波利用料による研究開発等の評価に関する会合（第35回） 議事要旨

日時：平成25年3月11日（月）13：00～
場所：金融庁14階 1414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25年度継続評価
 - (2) その他
- 3 閉会

【配付資料】

資料35-1 電波資源拡大のための研究開発 平成25年度継続評価資料

参考資料35-1 電波資源拡大のための研究開発の継続評価について

1 開会

冒頭、評価会事務局の異動について紹介がなされた。

続いて、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25年度継続評価

事務局から、参考資料35-1「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。

各技術試験事務案件の担当者から、資料35-1「電波資源拡大のための研究開発 平成25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複数周波数帯の動的利用による周波数有効利用技術の研究開発

○本研究開発の成果の利用場面として、どのようなものを想定しているか。

→本研究開発では、ホワイトスペースでのLTEを主に考えている。家庭で使用するフェムトセルにて、UHF帯の空いている周波数を使用することを考えている。FDD方式の使用においてはペアバンドを確保できるかが問題となる。ペアバンドが確保できるならばFDD方式を、シングルバンドしか確保できないならばTDD方式を使うことを想定している。

○帯域が広ければFDD方式を使用することだが、TDDが有利であるのは伝搬距離が短く、伝搬時間が短いときである。長距離ではTDDのメリットが無くなる。この点は考慮しているか。

→本研究開発では、家庭用のフェムトセルを拡張したものを想定しており、現時点では長距離の通信は考えていない。長距離通信を行うにあたっては、ホワイトスペース利用の制約から、干渉なく長距離の通信が可能かという問題点があり、議論しているところである。

②広帯域離散OFDM技術の研究開発

○本研究開発は、3GPPにおけるキャリアアグリゲーションとどのように差別化されるのか。

→現在のキャリアアグリゲーション技術は、例えば800MHzと2GHzといった周波数の単な

る同時利用だが、本研究開発では周波数ダイバーシティーを使うことで容量の増加が可能である。ただし、周波数を離れた時にどの程度の効果があるか、今後、定量的に検証する必要がある。

○空き周波数帯域を見つけることが難しい、相手方のシステムは何か。

→携帯電話等の移動体である。本研究開発では既存波が既知であることを前提としているため、端末が動く移動体の空き周波数帯域を見つけることが難しい。

③M2M型動的無線通信ネットワーク構築技術の研究開発

○M2MにおいてQoEが密接に関係するのはなぜか。

→M2Mは人を介さずに機械同士が通信を行うものであるが、それらの通信の最終的な受け手は人間である。エンドユーザーとなる人が通信品質をどのように感じるのかが重要であることから、QoEを最大化する必要がある。

○QoEと周波数有効利用の関係について、何と比較して2倍を目指しているのか。

→既存の無線LANシステムで同様の規模のネットワークを構築し、アプリケーションも同様の要求スループット等をもつネットワークと比較して2倍を考えている。QoSだけでなく、QoEで評価することで全体として使えるアプリケーションが増えると考えている。

④マルチバンド・マルチモード対応センサー無線通信基盤技術の研究開発

○本研究開発の対象は、4つのバンドをマルチで同時に受信できる回路なのか。

→受信自体は単一周波数帯であり、一つの回路で複数の周波数帯に対応可能とするものである。周波数の変更自体はプログラム変更により簡易に可能となる。

○セッション切替え5ms以内というのは本当に可能なのか。

→可能である。IEEE802.11adにFFT基準という高速セッションの切替えが規定されている。それは、セッションで切り替えるものではなくMACレイヤーで切り替えることとされており、本研究開発もMACレイヤーでの切り替えとしている。

⑤79GHz帯レーダーシステムの高度化に関する研究開発

○実用化までのプランはどのようなものを考えているのか。

→まず、CMOSを用いて高出力、小型化を目指す。欧州においては、2016又は2017年には

保険適用される予定であることから、欧州のマーケットが立ち上がるまでに製品化に結びつけたい。自動車関係の部品は品質のチェックが厳しく、安全性の検証には3年程度要することから、実用化に向けて来年度から進めていきたい。また、自動車メーカーとも適宜話を進めている。プリクラッシュシステムも昨年頃から大きな話題となっていることから、2016年をターゲットにしたい。

○フェーズドアレイのビームパターンが示されているが、サイドローブが高く問題となるのではないか。

→送信ビームパターンのサイドローブ方向に、受信ビームパターンのヌルを形成することにより、サイドローブを抑圧するように設計している。

⑥動的偏波・周波数制御による衛星通信の大容量化技術の研究開発

○OFDMではなくシングルキャリア伝送をフィルターで分割する場合、どの程度急峻に切り落としを行うのか？

→ロールオフ率0.02の急峻なフィルタを使用している。

○スペクトラム重畳について検討を中止したのはなぜか。

→スペクトラム重畳においてサブスペクトラムを重ねると、両方のサブスペクトラムを劣化させることになり、影響範囲が倍増する。単純に片方のサブスペクトラムを削除する場合と比較して、スペクトラム重畳での劣化量が大きくなる事を確認できたため、周波数利用効率という面で効果がなかった。したがって、スペクトラム重畳の検討を中止した。

⑦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

○降雨の場合には、通常時と比べてどの程度電力増幅するのか。また、その際には全体の電力値はどの程度下がることになるのか。

→ピーク値で10dB程度の増幅を考えている。また、半径300kmをサービスエリアで想定すると、全体の電力値は1dB程度下がる。

○本研究成果をITU等へ寄与することは考えているのか。例えばどのような寄与が見込めるのか。

→21GHz帯衛星放送システム設計を中心とした研究成果を、ITUに対してレポートしていく予定である。降雨の多い地域においても、21GHz帯放送衛星システムに様々な技術を

活用することで使用可能であるとアピールすることは、大変有益なものと考えている

⑧電波環境適応レーダーの研究開発

○MIMO素子は数多くあり、全てのキャリブレーションを行うことはかなり難しいように思われるが、どのように工夫したのか。

→本試作レーダーは送信で16素子あるが、MIMOレーダーは各素子から互いに直交する信号を出すことができるため、同時に16素子全てのキャリブレーションを行うことができる。この性質を用いて、小規模試作で高精度なキャリブレーションが可能であることを確認済である。

○サイドローブがかなり抑えられているが、どのような点を工夫したのか。

→サイドローブに関しては、レドームをフレア構造の内側に配置する工夫をしている。また、素子間ばらつきを小さくするため、パッチアンテナではなくダイポールアンテナを用いた。さらに、NULLステアリングを加えることにより、最終的に20dB以上の不要波抑圧を達成する。

⑨周波数の有効利用を可能とする協調制御型レーダーシステムの研究開発

○本研究開発では位相同期及び時刻同期が重要となるが、クリアできているのか。

→GPSを使った同期によって安価にクリアできることが確認できている。位相同期についてはドップラー観測ができれば良いので、結局はパルスとパルスとの間の1ミリ秒の間に位相ズレが発生しなければ良い。ミリ秒オーダーでズレなければよいと考えれば、かなり条件が緩和される。一方、時刻同期は2つの方向から取ったデータの位置合わせのために使用するので、100ナノ秒程度の精度があれば良く、従来のGPS技術で対応できる。

○受信局数はどの程度必要と考えているのか。

→最適化検討が必要だと考えている。送信局の出力を上げて伝搬距離を伸ばすことで受信局数を減らす等システムの構成には様々な形態があるため、今後、最適な解を探っていく。

⑩ホワイトスペースにおける新たなブロードバンドアクセスの実現に向けた周波数高度利用技術の研究開発

○リアルタイムセンシングでは、雑音レベル以下である-114dBm/6MHzのテレビ信号を検出可能とのことであるが、どのように行っているのか。

→テレビ信号に特化して特徴抽出をすることにより実現している。小型化する前の前年度の装置では、-120 dBm/6MHzを実現している。

○本研究開発において、データベースを使うことは必須となるのか。

→一次利用者の被干渉を考慮するためにはデータベースを用いる他に方法は無い。それでも二次利用者側においてテレビ信号を検出したいという要望があり、その場合には本研究開発のセンシング方式を利用できる。なお、海外においてこのようなセンシング方式を国境において利用したいという事例もある。

⑪100GHz超帯域無線信号の高精度測定技術の研究開発

○ミリ波フィルタの構造はどのようになっているのか。

→フィルタの導波管の中に500 μ m間隔で電波ミラーが閉じ込められている。ファブリ・ペロー共振器を利用して、ある特定の周波数を透過させている。また、小型モータを実装してミラーの間隔を調整している。

○フィルタをチューニングするために動作した場合、安定するまでにどの程度の時間がかかるのか。

→30GHzを掃引するのに53秒くらいであり、フィルタの時間応答が問題になることはない。

⑫高速・高品質な無線通信実現のためのICチップレベルの低ノイズ化技術の研究開発

○磁性体膜でどのようにノイズを落としているのか。

→磁性体には、ある周波数帯になるとロスが出るという物理的な性質がある。その周波数帯を、ノイズを落としたい周波数帯に落とし込む（合せ込む）という技術を開発している。

○ANGが発生するノイズは、ホワイトガウシアンノイズか、それともインパルスノイズか。

→インパルスノイズである。ANGはベースバンドのデジタル回路のノイズを模擬する。つまり、デジタル回路でのクロック同期動作によるノイズが、時間軸上のインパルス列として発生し、高調波成分が発生し、LTEの帯域内に漏れ込む。これによりスループットが低下する。

⑬90GHz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

○滑走路監視と鉄道監視では要求される条件がどのように異なるのか。また、それにより必要なハードウェアも異なるのか、それともソフトウェア的な検出機能だけが異なるのか。

→滑走路監視では広大な開放空間で非常に小さな異物を発見するのが主目的であるのに対し、鉄道監視では反射物のとても多い空間で比較的大きな人間等を発見するのが主目的であるという違いがある。ハードウェアについては全て同一にはならないだろうが、できる限り同じものを応用できるようにしたい。

○デジタル化してからではなく、アナログ信号のまま光ファイバ無線（RoF）を用いて伝送する方法にはどのような利点があるのか。

→発振器等の主要な要素を中央の送信設備に集約することができるため、広範囲に分布する多数のアンテナ部分を簡易に設置できるようになる。

⑭ミリ波帯ワイヤレスアクセスネットワーク構築のための周波数高度利用技術の研究開発

○ベースバンド部について、LDPC符号はIEEE802.11adに採用されていない。非標準のまままで実用化するのか。

→本研究開発で用いているLDPC符号は、60GHz無線PAN標準のIEEE802.15.3cに採用されている。信号フォーマット全体としてIEEE802.15.3cに準拠するかどうかは未確定であるが、最初は業界標準から導入される無線規格も多い。例えば、ソニーではFelica、WirelessHD、TransferJet等の実績があり、本研究開発の技術も、実用化される際は業界標準から入る形になると考えている。

○外部の研究会において、120GHz帯で伝送レート10Gbpsが発表されており、20Gbpsも可能との報告が出ている。周波数対伝送レートを考えると、本研究開発の60GHz帯・6Gbpsは特徴が薄いのではないか。

→伝送速度については様々な定義、例えば、RFでの速度、物理層の速度、MACを含むユーザーレート等が混在して使われており、どの速度であるのか注意が必要である。IEEE802.11adでは16QAMで7Gbpsと紹介されている場合があるが、それはRFでの速度であり、ユーザーレートでは2Gbpsも出ていないというのが実態である。本研究開発では、ユーザーレートで6Gbpsを目標としており、従来比3倍以上の業界最高速である。さら

に、本研究開発で重きを置いている1W以下という低消費電力を併せて考えると、世界最小の速度当たり消費電力になると認識している。実用化を高く意識してこの速度を選んだ。

⑮超高速搬送波による数十ギガビット無線伝送技術の研究開発

○送信アンテナ用いる金属ホーンアンテナについて、利得とアンテナの長さは関係ないのではないか。

→シミュレーションによる計算結果から、アンテナを長くすることで利得が向上することが確認できた。例えば、25dBi程度であれば5cm以下のサイズで作ることも可能だが、30dBiを狙うと、10cm程度の長さがないと実現できないことが分かった。

○誤り訂正の手法としてリードソロモン符号を使ったのはなぜか。

→300GHz帯の近距離無線ではどのような伝送エラーが生じるか分からない。そこで、まずは60GHz帯の近距離無線でも使用されているリードソロモン符号を使って検証を行うこととした。今後の検証状況によっては、他の誤り訂正方式を検討する可能性もある。

(2) 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35回）
構成員出欠一覧

	氏名	所属	出欠
座長	羽鳥 光俊	東京大学 名誉教授	○
座長代理	三木 哲也	電気通信大学 学長特別補佐	×
構成員	荒木 純道	東京工業大学大学院 教授	○
〃	黒田 道子	東京工科大学 教授	○
〃	鈴木 康夫	東京農工大学 教授	○
〃	秦 正治	岡山大学大学院 教授	○
〃	本城 和彦	電気通信大学 教授	○
〃	守倉 正博	京都大学大学院 教授	○