

平成 28 年度事後事業評価書

政策所管部局課室名：総合通信基盤局 電波部 移動通信課
 評価年月：平成 28 年 8 月

1 政策（研究開発名称）

ミリ波帯チャネル高度有効利用適応技術に関する研究開発¹

2 研究開発の概要等

（1）研究開発の概要

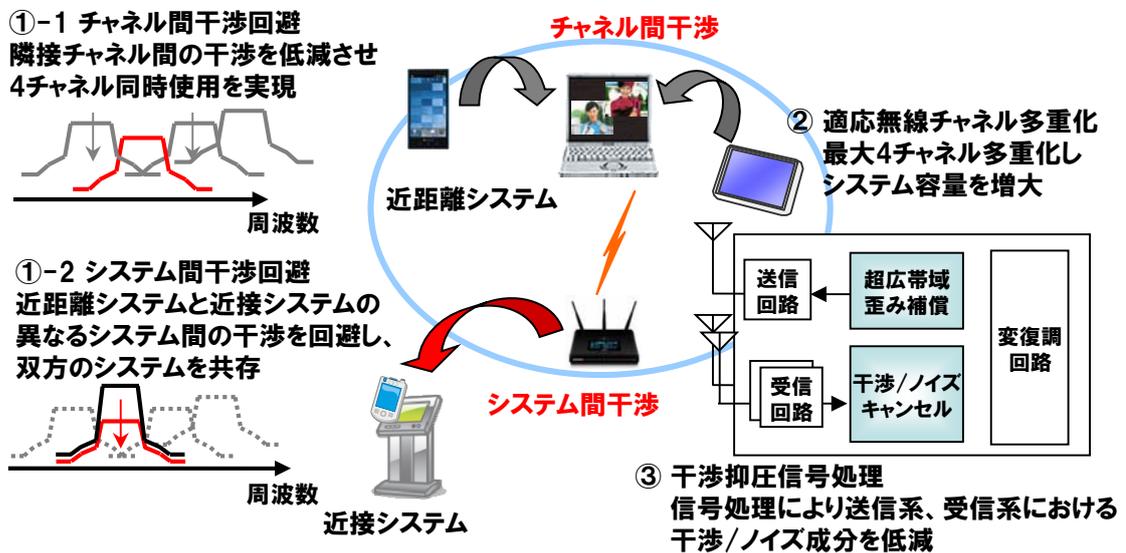
- ・実施期間
平成 25 年度～平成 27 年度（3 か年）
- ・実施主体
民間企業、大学
- ・事業費
1,477 百万円

平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度	総 額
683 百万円	433 百万円	362 百万円	1,477 百万円

・概 要

大容量データの高速無線伝送用途として期待される 60GHz 帯無線システムにおいて、店舗や駅等の公共エリアでの使用が想定される大容量の 1 対多通信及び送信電力の大きく異なる異種システムの共存を可能とするため、以下の技術を確立する。

・概要図



技術の種類	技術の概要
チャネル/システム間干渉回避技術	60GHz帯の複数チャネルの与干渉を低減し同時使用環境を改善するため、アクセスポイント側でアンテナ指向制御を行う技術、さらには、チャネル配置、送信電力、チャネル分割やチャネル結合などの異なるチャネル幅に対応可能とする干渉回避技術の確立を目指す。

¹ 新案件名「ミリ波帯における高度多重化干渉制御技術等に関する研究開発」平成 24 年度補正予算で開始し、平成 26 年度で研究を継続する際に名称が変更されたもの。

	具体的には、複数チャネル間の干渉を低減させ4チャネル同時使用を実現するチャネル間干渉回避技術（概要図①-1）と、送信電力の大きく異なる近距離システムと近接システム間の干渉を回避して双方のシステムを共存させるシステム間干渉回避技術（概要図①-2）を開発する。
適応無線チャネル多重化技術	60GHz帯を用いて店舗やオフィスなど多ユーザーが密集する地域において、新たな周波数を割り当てることなく同時通信を可能とするため、互いに近接した結合アンテナの負荷を制御する寄生アンテナ制御技術、さらには、ベースバンド信号処理アルゴリズムの簡易化、ベースバンドとアンテナRFとの結合、端末側で簡易に指向性制御と干渉抑圧を行う適応多重化信号処理技術を開発する（研究開発概要図②）。
干渉抑圧信号処理技術	60GHz帯 WiGig の情報容量を増大させ円滑な情報伝送を可能とするために低位相雑音化し、隣接チャネルからのノイズをキャンセルする干渉/ノイズキャンセル技術及びベースバンド信号処理とパワーアンプ回路を組み合わせる効果的なひずみを補償する超広帯域ひずみ補償技術の開発を行う（研究開発概要図③）。

・スケジュール

技術の種類	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度
チャネル/システム間干渉回避技術	干渉回避アルゴリズム開発、基礎データ取得	実証実験装置開発	技術実証、統合評価
適応無線チャネル多重化技術	寄生アンテナ制御理論構築、アルゴリズム開発、干渉基礎データ取得	寄生アンテナ設計・試作 実証実験環境構築、 詳細データ取得	技術実証
干渉抑圧信号処理技術	信号処理アルゴリズム開発、基礎データ取得	歪み補償アーキテクチャ設計 実証実験装置開発	技術実証

(2) 達成目標

ミリ波帯である 60GHz 帯において、チャネル/システム間干渉回避技術、適応無線チャネル多重化技術及び干渉抑圧信号処理技術を確立することにより、

- ① 多種多様な用途に対応し得るミリ波ネットワーク基盤技術を確立し、60GHz 帯無線システムにおいて4チャネル同時使用を1m以下の離隔距離で可能とし、さらに、同一周波数帯を使用して用途の異なる近接システムとの干渉を回避することで、異システムの共存を実現し周波数の利用効率を向上させる。
- ② 無線チャネルをニーズに応じて適応的に最適化する多重化技術により、周波数利用効率を最大4倍にまで高め、さらに、57-66GHz 帯内でフレキシブル（1GHz から9GHz）にチャネル分割、チャネル結合を可能とするほか、64QAM²で3m以上の通信距離において安定した通信を実現することで、周波数の効率的利用及び2.4GHz/5GHz帯の周波数ひっ迫を緩和する。
- ③ IEEE802.11ad/WiGig³等の国際標準規格への拡張提案を通じて、国際協調の維持継続と将来の国際競争力の確保を図る。

○ 関連する主要な政策

V. 情報通信（ICT政策） 政策13「電波利用料財源による電波監視等の実施」

○ 閣議決定等の上位計画・全体計画等

- ・世界最先端IT国家創造宣言（平成25年6月14日閣議決定）

「IV. 4. 研究開発の推進・研究開発成果との連携」において、「世界最高水準のIT社会を実現し、維持・発展させるために、情報通信社会の今後の動向を見据えた研究開発を推進する」旨が記載されている。

² 直交振幅変調。信号を送信する搬送波の振幅と位相を調整し、送信できる情報量を増やす変調方式。

³ 60GHz帯の無線通信規格の一つ。

- ・日本経済再生に向けた緊急経済対策（平成 25 年 1 月 11 日閣議決定）
 - 「Ⅱ. 1. (2) 研究開発、イノベーション推進」において、「イノベーション創出による需要喚起と成長への投資促進を図るため、(中略) 先端的な情報通信技術の確立など、研究開発プロジェクト等を推進する」旨、及び下記項目が記載されている。
 - ①研究開発プロジェクトの推進
 - ・イノベーションを創出する情報通信技術の利活用推進・強固な基盤整備（総務省）
- ・知識情報社会の実現に向けた情報通信政策の在り方（平成 23 年情報通信審議会諮問第 17 号 平成 24 年 7 月 25 日答申）

Active Japan ICT 戦略～新たな ICT 総合戦略の方向性について～において「社会実装と連動した新たな ICT プロジェクト」として「社会実装を加速するための研究開発」及び「アクティブコミュニケーション戦略」として「電波の有効利用を実現する新たなワイヤレスシステムの研究開発」を行う旨が記載されている。
- ・グローバル時代における ICT 政策に関するタスクフォース 電気通信市場の環境変化への対応部会「ワイヤレスブロードバンド実現のための周波数検討ワーキングまとめ」（平成 22 年 11 月 30 日）
 - 1 (3) 増大する周波数需要への対応
 - ① 周波数再編の実施等による周波数割当の拡大

これまで以上に、迅速かつ円滑な周波数再編を実施することによって周波数確保を図る必要性が高まってくる。
- ・新たな情報通信技術戦略（平成 22 年 5 月 IT 戦略本部決定）
 - Ⅲ. 分野別戦略
 - 3. 新市場の創出と国際展開
 - (2) 我が国が強みを持つ情報通信技術関連の研究開発等の推進
 - 我が国が強みを持つ情報通信技術関連の研究開発を重点的に推進し、早期の市場投入を目指す。

(3) 目標の達成状況

3 年間の研究開発を通じて、各要素技術について以下のとおり目標を高いレベルで達成して、確立した。

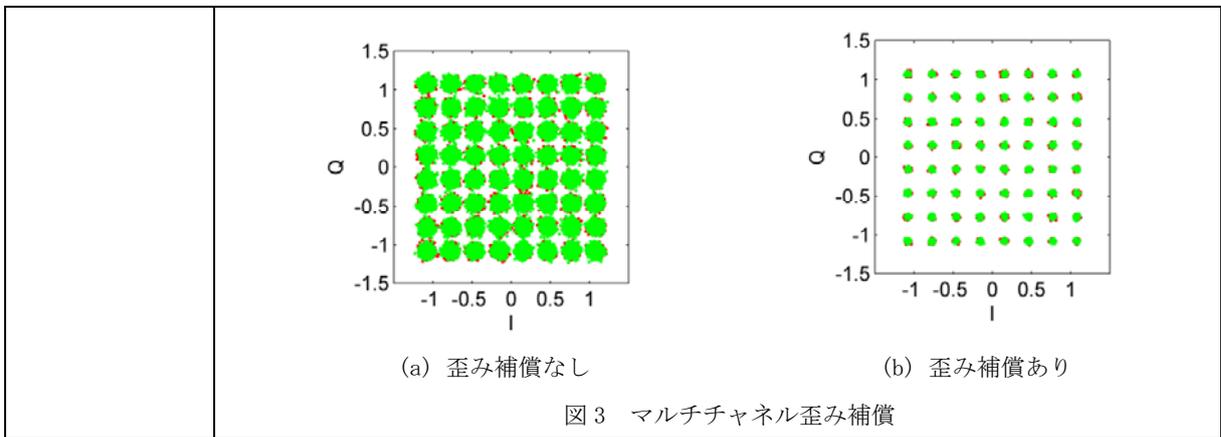
本研究開発により、60GHz 帯（57-66GHz）において 1m 以下の離隔距離での 4 チャンネル同時使用が可能となるとともに、同一周波数において用途の異なる近距離システムと近接システムの干渉を回避することで、従来、主として 1 対 1 通信に限定されていた 60GHz 帯無線システムを、店舗や駅等の公共エリアでの使用が想定される大容量の 1 対多通信へと拡張できるほか、送信電力が大きく異なる異システムの共存により多種多様な用途への対応が可能となり、異システムの共存を実現し周波数の利用効率が向上した。

また、無線チャンネルを適応的に最適化する多重化技術として簡易な指向性制御アンテナにより 4 方向への指向性制御を実現し、60GHz 帯多重化信号処理アルゴリズムと組み合わせることで周波数利用効率を 4 倍に高めるとともに、3m 以上の通信距離が必要な環境において 8 名以上のユーザに対して 64QAM で最大スループット⁴ 6 Gbps 以上の安定した高速伝送を実現する技術を確立した。さらに、ミリ波帯においてフレキシブルなチャンネル分割やチャンネル結合につながる干渉抑圧信号処理技術を確立し、4K・8K 大容量コンテンツや非圧縮写真素材データなどを多数のユーザが短時間で送受信可能となり作業性が向上するだけでなく、コンテンツの新たな流通の促進や、個人から臨場感のある情報発信が可能となる 60GHz 帯周波数の有効利用が促進されることにより、2.4/5GHz 帯の既存システムからの移行が見込まれ、周波数の効率的利用及び 2.4GHz/5GHz 帯の周波数ひっ迫の緩和に貢献した。

また、IEEE802.11ad/WiGig の後継規格に向けた作業部会 IEEE802.11TGay を中心に我が国技術の国際標準規格への拡張提案を行うなど国際標準化活動を推進したことにより、国際協調の維持継続と将来の国際競争力の確保が図られた。

⁴ 単位時間あたりのデータ転送量。

技術の種類	目標の達成状況
<p>チャンネル/システム間干渉回避技術</p>	<p>○60GHz帯において複数チャンネルの同時利用を可能とする、チャンネル間干渉回避技術を確立</p> <ul style="list-style-type: none"> ・干渉検出とアンテナ指向性制御を組み合わせた干渉回避アルゴリズムを開発し、複数チャンネル同時使用時において、端末間の離隔距離1mでの同時通信を実証した。 ・アンテナ指向性制御により周囲360度をカバー可能なミリ波アクセスポイントを試作し、専用端末との見通し通信において8m以上の通信距離を実現した。 ・開発技術の有効性を実証するため、ミリ波アクセスポイント3台と専用端末8台から成るミリ波高速無線環境を成田国際空港のターミナル内に構築し、本研究開発が目指す1対多のミリ波高速通信の有効性を実証するとともに、開発技術成果を国内外に広く発信した(図1)。 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="454 488 981 817"> <p>(a) ミリ波高速無線環境システム構成</p> </div> <div data-bbox="1002 542 1439 817"> <p>(b) 実証実験の様子</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">図1 成田空港ターミナルでの実証実験</p> <p>○近距離システムと近接システムの共存を可能とする、システム間干渉回避技術を確立</p> <ul style="list-style-type: none"> ・近接システムが近距離システムからの通信信号を検出した場合に、チャンネル切替えによる干渉回避を行うシステム間干渉回避アルゴリズムを開発した。 ・実証実験装置を試作し、近距離システムと近接システムとの混在環境で実験を行い、3m以内の同一エリアで共存可能であることを実証した。
<p>適応無線チャンネル多重化技術</p>	<p>○新たな周波数を割り当てることなく同時通信を可能とする適応無線チャンネル多重化技術を確立</p> <ul style="list-style-type: none"> ・60GHz帯で動作可能な簡易な指向性制御アンテナとして、寄生可変容量素子のオンオフ制御を利用した寄生アンテナを試作し、4方向の指向性制御を実現した。 ・多重化信号処理アルゴリズムおよびユーザスケジューリングに関するシミュレーション検討を実施し、小会議室環境(3.6m×5.7m×2.5m)においてトータルユーザ数が8名以上で各ユーザの最大スループットとして6Gbps以上(64QAM)を達成し、提案手法の有効性を実証した。 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="561 1366 869 1590"> <p>(a) 試作アンテナ</p> </div> <div data-bbox="1109 1355 1356 1601"> <p>(b) 実測結果</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">図2 60GHz帯寄生アンテナ</p>
<p>干渉抑圧信号処理技術</p>	<p>○情報容量を増大させ円滑な情報伝送を可能とする干渉抑圧信号処理技術を確立</p> <ul style="list-style-type: none"> ・二系統受信を用いた干渉キャンセル受信方式を考案し、実測評価にて有効性を実証した。 ・受信系において発振器の位相雑音をキャンセルするノイズキャンセル信号処理を考案し、シミュレーションによって各ユーザの最大スループットとして6Gbps以上を達成可能であることを実証した。 ・60GHz帯においてフレキシブルなチャンネル配置を可能とするため、送信系で同時複数チャンネル増幅時の歪み成分を抑圧可能な、マルチチャンネル歪み補償方式を提案し、システムシミュレーションにおいて有効性を実証した(図3)。



3 政策効果の把握の手法及び政策評価の観点・分析等

研究開発の評価については、各要素技術における目標の達成状況、論文数や特許出願件数などの指標が用いられ、これらを基に専門家の意見を交えながら、必要性・効率性・有効性等を総合的に評価するという手法が多く用いられている。

上術の観点に基づき、「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」（平成28年6月28日）において、目標の達成状況等に関して外部評価を実施し、政策効果の把握に活用した。

また、外部発表や特許出願件数等も調査し、必要性・有効性を分析した。

○研究開発による特許・論文・研究発表・国際標準の実績

研究開発による特許・論文・研究発表・国際標準の実績から、干渉回避のためのアクセスポイント連携ビームフォーミング手法など多くの特許出願や、近距離システムと近接システムの共存を目指した利用モデル文書の入力など多くの国際標準規格への拡張提案を実施するなど、標準化活動に貢献しており、本研究開発の必要性、有効性等が認められた。

主な指標	平成25年度	平成26年度	平成27年度	合計
査読付き誌上发表論文数	0件 (0件)	0件 (0件)	1件 (1件)	1件 (1件) ^{注7}
査読付き口頭発表論文数 (印刷物を含む)	0件 (0件)	5件 (5件)	8件 (8件)	13件 (13件)
その他の誌上发表数	0件 (0件)	0件 (0件)	5件 (0件)	5件 (0件)
口頭発表数	27件 (2件)	21件 (1件)	25件 (6件)	73件 (9件)
特許出願数	19件 (0件)	25件 (17件)	16件 (10件)	60件 (27件)
特許取得数	0件 (0件)	0件 (0件)	8件 (6件)	8件 (6件)
国際標準提案数	0件 (0件)	4件 (4件)	7件 (7件)	11件 (11件)
国際標準獲得数	0件 (0件)	0件 (0件)	0件 (0件)	0件 (0件)
受賞数	1件 (1件)	2件 (0件)	2件 (1件)	5件 (2件)
報道発表数	0件 (0件)	1件 (0件)	2件 (1件)	3件 (1件)
報道掲載数	0件 (0件)	1件 (0件)	2件 (1件)	3件 (1件)

注1：各々の件数は国内分と海外分の合計値を記入。(括弧)内は、その内海外分のみを再掲。

注2：「査読付き誌上发表論文数」には、定期的に刊行される論文誌や学会誌等、査読 (peer-review (論文投稿先の学会等で選出された当該分野の専門家である査読員により、当該論文の採録又は入選等の可否が新規性、信頼性、論理性等の観点より判定されたもの)) のある出版物に掲載された論文等 (Nature、Science、IEEE Transactions、電子情報通信学会論文誌等および査読のある小論文、研究速報、レター等を含む) を計上する。

注3：「査読付き口頭発表論文数 (印刷物を含む)」には、学会の大会や研究会、国際会議等における口頭発表あるいはポスター発表のための査読のある資料集 (電子媒体含む) に掲載された論文等 (ICC、ECOC、OFC など、Conference、Workshop、Symposium 等での proceedings に掲載された論文形式のものなどとする。ただし、発表用のスライドなどは含まない。) を計上する。なお、口頭発表あるいはポスター発表のための査読のない資料集に掲載された

論文等（電子情報通信学会技術研究報告など）は、「口頭発表数」に分類する。

注4：「その他の誌上発表数」には、専門誌、業界誌、機関誌等、査読のない出版物に掲載された記事等（査読の有無に関わらず企業、公的研究機関及び大学等における紀要論文や技報を含む）を計上する。

注5：PCT（特許協力条約）国際出願については出願を行った時点で、海外分1件として記入。（何カ国への出願でも1件として計上）。また、国内段階に移行した時点で、移行した国数分を計上。

注6：同一の論文等は複数項目に計上しない。例えば、同一の論文等を「査読付き口頭発表論文数（印刷物を含む）」および「口頭発表数」のそれぞれに計上しない。ただし、学会の大会や研究会、国際会議等で口頭発表を行ったのち、当該学会より推奨を受ける等により、改めて査読が行われて論文等に掲載された場合は除く。

注7：他に英文論文 3件を投稿済み、平成28年度掲載予定。

○各観点からの分析

観点	分析
必要性	<p>近年、スマートフォン、タブレット型 PC に代表されるモバイル端末の高機能化とともに、4K・8K 高精細動画の実用化に代表されるようにコンテンツの大容量化が進展し、より高速な無線通信手段の必要性が高まっていたが、携帯電話や無線 LAN で使用されてきた 6GHz 帯以下の周波数帯は、使用できる周波数帯域が限られるために高速化に限界がある上、携帯電話や無線 LAN の普及に伴い干渉や輻そうによる速度低下が問題になっている。このため、ギガバイトを超える大容量データを短時間に伝送でき、かつ膨大な無線トラフィックを収容可能な無線システムである 60GHz 帯無線システムを早期に開発する必要がある。</p> <p>60GHz 帯無線システムは、主として 1 対 1 通信用途から実用化が進む見込みであり、このままでは、店舗や駅等で想定される大容量の 1 対多通信では、チャンネル間の干渉によりスループットが低下し、利用用途が制限されてしまう。このため、例えば、店舗等で複数のユーザが隣り合う座席から同時に異なるコンテンツをダウンロード可能とするニーズに対応するためには、1m 程度の最小デバイス間離隔距離を確保しつつ、60GHz 帯で使用可能な限られた 4 つのチャンネルを効率的に利用してシステム収容者数を増大する技術が必要であり、同時に、近距離システムと近接システムのように、送信電力が大きく異なるシステムを同一エリアに共存可能とする干渉回避技術も必要であった。</p> <p>さらに、本研究開発分野は IEEE において標準化が進められているなど、世界的に開発競争が進められており、早期にこれらの技術を確立することにより、国際協調の維持継続と国際競争力の確保を図る必要がある。</p> <p>よって、本研究開発には必要性があったと認められる。</p>
効率性	<p>研究開発の実施に当たっては、外部の有識者で構成される運営委員会を設置し、研究開発全体の方針や進め方、成果の取りまとめ方等について指導を受けるなど、外部専門家の専門知識や意見等を活用し、より効率的な研究開発を実施した。</p> <p>また、予算要求段階、公募実施の前段階、提案された研究開発提案を採択する段階、研究開発の実施段階及び研究開発の終了後における、実施内容、実施体制及び予算額等について、外部専門家・外部有識者から構成される評価会において評価を行い、効率的に実施した。</p> <p>よって、本研究開発には効率性があったと認められる。</p>
有効性	<p>チャンネル/システム間干渉回避技術、適応無線チャンネル多重化技術及び干渉抑圧信号処理技術を確立することにより、これまでは主として 1 対 1 通信に限定されていた 60GHz 帯無線システムにおいて、店舗や駅等の公共エリアでの使用が想定される大容量の 1 対多通信を実現するとともに、送信電力が大きく異なる異システムの共存を実現することで多種多様な用途への対応を可能としたことにより、異システムの共存を実現し周波数利用効率の向上が実現した。</p> <p>これにより、60GHz 帯周波数の有効利用が促進され、4K・8K 大容量コンテンツや非圧縮写真素材データなどを多数のユーザが短時間で送受信可能となり作業性が向上するだけでなく、コンテンツの新たな流通の促進や、個人から臨場感のある情報発信が可能となることから、2.4/5GHz 帯の既存システムからの移行が見込まれ、周波数の効率的利用及び 2.4GHz/5GHz 帯の周波数逼迫の緩和に資することができた。</p> <p>また、特許出願や我が国技術の国際標準規格への拡張提案を行うなど国際標準化に向けた活動なども着実に実施したことにより、国際協調の維持継続と将来の国際競争力の確保ができた。</p> <p>よって、本研究開発には有効性があったと認められる。</p>
公平性	<p>本研究開発は、今後ますます利用用途が拡大される 60GHz 帯周波数の効率的な利用の促進と、</p>

	<p>2.4GHz/5GHz 帯の周波数ひっ迫を緩和するものであり、周波数の有効利用の一層の向上に寄与するものであることから、広く無線局免許人や無線通信の利用者の受益となる。</p> <p>また、本研究開発の実施に当たっては、開示する基本計画に基づき広く提案公募を行い、提案者と利害関係を有しない複数の有識者により審査・選定した。</p> <p>よって、本研究開発には公平性があったと認められる。</p>
優先性	<p>コンテンツの大容量化の進展や高速な無線通信手段の必要性が高まる中、電波の干渉や輻射による速度低下が懸念される2.4/5GHz帯既存無線LANによるオフロードでは対応しきれない膨大な無線トラフィックを収容可能とする当該研究開発分野は、IEEEにおいて標準化が進められているなど、世界的に開発競争が激化しており、他国に先駆けて当該技術を開発することが、日本の国際競争力の強化に資する。</p> <p>また、既存無線LANで使用されている2.4GHz/5GHz帯周波数は、電波のひっ迫状況の深刻化が懸念されることから、本研究開発成果により60GHz帯周波数の利用を促進することは、周波数の有効利用の観点からも優先度が高い。</p> <p>よって、本研究開発には優先性があったと認められる。</p>

4 政策評価の結果（総合評価）

本研究開発により、ミリ波帯である60GHz帯において、チャネル/システム間干渉回避技術、適応無線チャネル多重化技術及び干渉抑圧信号処理技術を確立することにより、これまでは主として1対1通信に限定されていた60GHz帯無線システムにおいて、店舗や駅等の公共エリアでの使用が想定される大容量の1対多通信を実現するとともに、送信電力が大きく異なる異システムの共存を実現することで多種多様な用途への対応を可能としたことにより、異システムの共存を実現し周波数利用効率の向上が実現した。

これにより、60GHz帯周波数の有効利用が促進され、4K・8K大容量コンテンツや非圧縮写真素材データなどを多数のユーザが短時間で送受信可能となり作業性が向上するだけでなく、コンテンツの新たな流通の促進や、個人から臨場感のある情報発信が可能となることから、2.4/5GHz帯の既存システムからの移行が見込まれ、周波数の効率的利用及び2.4GHz/5GHz帯の周波数ひっ迫の緩和に資することができた。

また、特許出願や我が国技術の国際標準規格への拡張提案を行うなど国際標準化に向けた活動なども着実に実施したことにより、国際協調の維持継続と将来の国際競争力の確保ができた。

これらのことから、本研究開発の有効性、効率性等が認められた。

<今後の課題及び取組の方向性>

本研究開発は60GHz帯無線システムの高度化を目指したものである。本研究開発成果を活用することでIEEE802.11ad/WiGigの後継規格であるIEEE802.11ay策定に向けた国際標準化活動を推進し、2019年最終仕様書発行を目指す。また、ミリ波帯の有効活用は、第5世代移動通信に代表される将来の無線通信システムにおいて、必要な性能要件を満足するために不可欠な技術のひとつと考えられる。電波政策ビジョン懇談会（平成26年12月）では、研究開発の戦略的推進として「無線システムのミリ波帯等への移行促進に向けた技術のほか、周波数の使用効率を向上させるための上位レイヤーにおける通信制御技術等に関する研究開発にも精力的に取り組んでいくことが求められる」と述べられており、ミリ波帯周波数の効率的な利用を可能とする本研究開発成果を活用するとともに、今後は6GHz帯以下の周波数を含む複数のシステムを組み合わせることで周波数の効率的な使用を可能とする通信制御技術等の実現を目指した取り組みを推進する。

5 学識経験を有する者の知見の活用

「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」（平成28年6月28日）において、目標の達成状況や得られた成果等、実施体制の妥当性及び経済的効率性、実用化等の目途等について外部評価を実施し、外部有識者から以下の御意見等を頂いたため、本研究開発の評価に活用した。

- ・総合的に有意義な研究開発である。
- ・WiGigの次世代規格のための基本技術が確立されており、到達目標は十分に達成されていると考え

る。

- ・実施体制及び経済的効率性については、特に問題なく妥当であったと考えられる。
- ・本研究成果は、5G（第5世代移動通信）で検討されているスモールセルネットワーク等の様々なアプリケーションへ応用が可能であると考えられる。

6 評価に使用した資料等

- 電波資源拡大のための研究開発の実施

<http://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/fees/purpose/kenkyu/index.htm>

- 世界最先端 IT 国家創造宣言（平成 25 年 6 月 14 日閣議決定）

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20130614/siryoul.pdf>

- 日本経済再生に向けた緊急経済対策（平成 25 年 1 月 11 日閣議決定）

http://www5.cao.go.jp/keizai/keizaitaisaku/2013/0111_01taisaku.pdf

- 知識情報社会の実現に向けた情報通信政策の在り方（平成 23 年情報通信審議会諮問第 17 号
平成 24 年 7 月 25 日答申）

http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01tsushin01_02000058.html

- ワイヤレスブロードバンド実現のための周波数検討ワーキングまとめ（平成 22 年 11 月 30 日総務省）

http://www.soumu.go.jp/main_content/000092954.pdf

- 新たな情報通信技術戦略（平成 22 年 5 月 IT 戦略本部決定）

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/100511honbun.pdf>

- 電波政策ビジョン懇談会 最終報告書（平成 26 年 12 月）

http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000151.html