

令和5年度事前事業評価書

政策所管部局課室名：総合通信基盤局電波部電波政策課、基幹・衛星移動通信課基幹通信室、移動通信課

評価年月：令和5年8月

1 政策（研究開発名称）

ミリ波帯等における移動通信システムの展開に関する研究開発

2 達成目標等

（1）達成目標

移動通信システムは、デジタル田園都市国家構想実現のためのデジタルインフラの中核をなすシステムであり、今後、一層の利用増加が見込まれるものである。しかしながら、当該システムに割当てが可能な周波数は限られており、既存の周波数をより効率的に利用することが求められている。本研究開発は、移動通信システムの今後の展開に資するため、仮想間における電波模擬を活用することにより、ミリ波高度化技術の協調動作によるエリア構築技術、移動通信システムエリア間の干渉低減技術、高マイクロ波帯の各種システムとの間の周波数共用技術を実現するとともに、それぞれの技術の研究開発を効果的に進めるため、かつ実装に必要となる周波数管理基盤技術を確立し、ミリ波帯におけるエリア設計の容易化による実効的なスループット2倍など、周波数利用効率の向上を達成することにより、これまで移動通信システムに十分活用できていなかった周波数帯の有効利用を促進することを目的とする。

（2）事後評価の予定時期

令和10年度に事後事業評価を行う予定。

3 研究開発の概要等

（1）研究開発の概要

・実施期間

令和6年度～令和9年度（4か年）

・想定している実施主体

民間企業、大学、国立研究開発法人 等

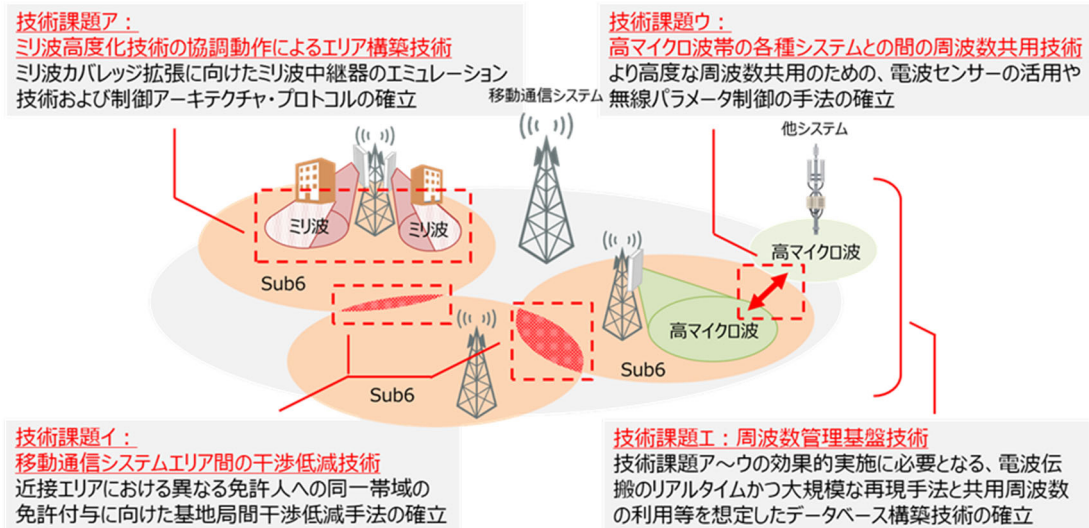
・概要

移動通信システムの一層の展開を促進するため、以下の技術課題に取り組む。その際、複雑化する移動通信システムの研究開発を効果的に進めるため、仮想環境による電波模擬システム（ワイヤレスエミュレータ）の活用を合わせて進める。

技術の種類	技術の概要
<p>①技術課題ア： ミリ波高度化技術の協調動作によるエリア構築技術</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ミリ波中継器に適用可能な、実測データに基づいた電波伝搬モデルを確立する。 ・ミリ波中継器の振る舞いを仮想空間で模擬するためのエミュレーション技術を確立する。 ・多数のミリ波中継器と基地局を連携制御するためのアーキテクチャおよび制御プロトコル、無線リソース最適化手法を確立し、実効的なスループットを2倍にする。 <p>図：技術課題アの概要</p>
<p>②技術課題イ： 移動通信システムエリア間の干渉低減技術</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・異免許人間のコア網間で連携、あるいは運用データベースなど外部エンティティを介した協調制御を行う手法や、基地局の報知信号に自局の運用情報(周波数利用情報)などを重畳して発信することで近隣の基地局間で協調制御を図る手法を確立し、周波数利用効率を15%以上向上させる。 ・リソースブロックの利用について相互に干渉が発生しにくいパターンを複数設定しておき、当該エリアにおける周波数の混雑状況に応じて自律的に最適なパターンを適用することにより、衝突(干渉)の発生可能性を極小化する手法を確立する。 <p>図：技術課題イの概要</p>
<p>③技術課題ウ： 高マイクロ波帯の各種システムとの間の周波数共用技術</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・一次利用者と二次利用者が共存する利用モデルを想定し、電波センサーを活用した電波保護領域の推定および空き無線リソース検出を行う周波数共用無線通信技術を確立する。また、無線システムの利用状況や伝搬路状況に合わせて送信電力やアンテナ角度等の無線パラメータの動的制御、および二次利用者間において周波数共用無線通信技術と組み合わせ、自律的な無線パラメータの制御を行う共用周波数の高度利用技術を確立することで、周波数利用効率を20%向上させる。 <p>図：技術課題ウの概要</p>

技術の種類	技術の概要
<p>④技術課題エ： 周波数管理基盤 技術</p>	<p>・技術課題アからウが対象とする周波数帯の技術特性を踏まえ、オープンデータの活用も念頭に置いた地形情報等を含めた電波伝搬をリアルタイムかつ大規模に再現可能なデータベースを構築し、複数システムの通信エリアの計算等を行う周波数管理基盤技術の研究開発を行う。</p> <p>・様々な共用周波数利用環境下において仮想物理協調動作により実無線機を用いた周波数管理技術の評価を行うための実装技術を開発する。</p> <p>図：技術課題エの概要</p>

・ 研究開発概要図



・ スケジュール

	令和6年度	令和7年度	令和8年度	令和9年度
技術課題ア： ミリ波高度化技術の協調動作によるエリア構築技術	高度化伝搬モデルの考案 → 中継器模擬・電波伝搬模擬の基本方式を考案	高度化伝搬モデル改良・中継器に適用可能なモデル考案 → 中継器模擬・電波伝搬模擬の基本方式を改良	考案モデルの結合モデルの検討 → 電波伝搬模擬手法を改良 伝搬モデルとの接続性を確認	結合モデルの改良 → 電波伝搬模擬手法を改良
	中継器制御の基本方式を考案	中継器制御の基本方式を改良	中継器制御におけるリソース制御方式を改良	課題工基盤上での統合評価
	協調制御 方式設計・机上評価 → 自律制御 スケジューリング方式設計・試作	協調制御 複数基地局対応へ設計拡張・試作 → 自律制御 スケールアップを考慮した設計拡張・試作 → 実現性評価	【実機】協調・自律 連携設計・試作 → 【仮想無線機】 基本設計・試作	【実機】協調・自律 スケールアップ対応・試作 → 【仮想無線機】 外部連携機能実装・試作
技術課題イ： 移動通信システムエリア間の干渉低減技術	電波保護領域推定技術、センシング技術、周波数共有無線通信技術、高SHF帯移動通信システムの基礎開発	電波保護領域推定技術、センシング技術、周波数共有無線通信技術の結合、高SHF帯移動通信システムの高度化装置開発	周波数共有無線通信技術の秋リソース検出も含めた結合、高SHF帯移動通信システムの総合評価装置開発	周波数共有無線通信技術高SHF帯移動通信システムの総合評価実証
	動的・自律的無線パラメータ制御アルゴリズム基礎開発	動的・自律的無線パラメータ制御アルゴリズム基礎評価	動的・自律的無線パラメータ制御アルゴリズム機能開発 動的・自律的無線パラメータ制御アルゴリズム機能評価	動的・自律的無線パラメータ制御アルゴリズム機能開発 動的・自律的無線パラメータ制御アルゴリズム機能評価
	基地局・端末基礎試作	高SHF帯基地局・端末試作 無線パラメータ自動切替	複数台基地局・端末試作 無線パラメータ自動切替実装	基地局・端末評価実証 無線パラメータ自動切替評価
技術課題ウ： 高マイクロ波帯の各種システムとの間の周波数共有技術	エミュレーション基礎評価	エミュレーション評価実証	動画像伝送基礎開発	屋外実証実験
	検証用無線機評価基盤一次試作	検証用無線機評価基盤二次試作	検証用無線機結合評価 → 検証用無線機との結合による機能評価 → 1オーケストラータ間 協調動作評価	他技術課題との統合実証
	無線機協調動作基本実装・仮想無線機スタック実装	無線機協調動作高度化実装・仮想無線機スタック拡張	仮想無線機による無線機協調動作実証	統合実証

・ 総事業費(予定)

約 85.6 億円 (うち、令和 6 年度概算要求額 21.6 億円)

(2) 研究開発の必要性及び背景

国際的に 71GHz までの高い周波数帯が IMT 特定¹されており、我が国においても 28GHz 帯が既に携帯電話事業者に割当済みであるが、5G トラヒックはローバンドから Sub6 (3.7-4.5GHz 帯) によるものが大勢を占めており、ミリ波によるトラヒックは僅少である。これは、Sub6 以下と比べてミリ波の直進性が高く、伝搬距離が短い等の理由によりエリア設計が困難なためである。同周波数帯は全国携帯電話事業者だけでなくローカル 5G にも利用されている帯域であり、今後、デジタル田園都市国家構想を実現するためにもミリ波帯におけるエリア設計の容易化等が必要である。また、移動通信トラヒックは増加を続けており、世界的にもミリ波の利用に向けた議論が進展している状況を踏まえれば、移動通信システムにおけるミリ波の展開を推し進めることは喫緊の課題である。

また、既にローカル 5G の展開において課題が表面化しているとおおり、異免許人が同一周波数帯かつ隣接するエリアの利用を希望する場合の重複するカバーエリアへの対応が課題となっている。さらに今後は地域ごとの免許付与や、開設指針の達成状況に応じた割り当ての見直しなどにより、複数の免許人が同一周波数帯を、エリアを分けながら移動通信システムを運用することも想定され、重複するカバーエリアにおいてお互いの電波の干渉を回避する方策の確立が望まれている。

さらには、ミリ波より直進性が低くエリア構築の容易な高マイクロ波帯の移動通信システムへの利用について世界的に関心が高まっており、WRC-27²に向けた検討候補周波数帯として議論されている状況である。このような状況を踏まえれば、増加を続ける移動通信トラヒックへの対応には、高マイクロ波帯の利用方策についても検討していくことが必要である。

1 IMT 特定：第 5 世代移動通信システム (5G) 等で使用することができる国際的な移動通信 (IMT: International Mobile Telecommunication) 用周波数として ITU (国際電気通信連合) の下で合意されること。

2 WRC-27：ITU (国際電気通信連合) の下で約 4 年に一度 (次回は 2027 年 11 月) 開催される世界無線通信会議 (World Radiocommunication Conference) の略称。各種無線システムの周波数の利用について議論がなされる。

(3) 政策的位置付け

○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」

○政府の基本方針 (閣議決定等)、上位計画・全体計画等

名称 (年月日)	記載内容 (抜粋)
経済財政運営と改革の基本方針 2023 (骨太の方針、令和 5 年 6 月 16 日閣議決定)	第 2 章 5 (地域・中小企業の活性化) (前略) デジタル実装の前提となる 5 G、光ファイバ等のデジタル基盤について全国津々浦々で整備を推進するとともに (中略) Beyond 5 G の研究開発等を進める。
デジタル田園都市国家構想基本方針 (令和 4 年 6 月 7 日閣議決定)	第 2 章 デジタル田園都市国家構想の実現に向けた方向性 (2) デジタル田園都市国家構想を支えるハード・ソフトのデジタル基盤整備 ①デジタルインフラの整備 デジタル田園都市国家構想の実現のためには、光ファイバ、5G、データセンターや海底ケーブルなどの通信インフラの整備が不可欠であることから、「デジタル田園都市国家インフラ整備計画」(令和 4 年 3 月 29 日公表) の実行等により、これらのインフラ整備を地方のニーズに即してスピード感をもって推進する。
デジタル田園都市国家構想総合戦略 (令和 4 年 12 月 23 日閣議決定)	第 4 章 各分野の施策の推進 2. 分野別の施策の推進 (2) デジタル基盤整備 ①デジタルインフラの整備 【具体的取組】 (a) デジタル田園都市国家インフラ整備計画の実行 2022 年 3 月に策定したデジタル田園都市国家インフラ整備計画に基づき、光ファイバ、5G、データセンター/海底ケーブル等のデジタルインフラの整備を推進する。整備の効果を最大化するため、総務省が、地方公共団体、通信事業者、社会実装関係者、インフラシェアリング事業者等から形成される「地域協議会」を開催し、インフラ整備とデジタル実装のマッチングを推進するとともに、Beyond 5G の研究開発を加速し 2020 年代後半から順次、開発成果の社会実装を実現する。
デジタル田園都市国家インフラ整備計画 (改訂版) (令和 5 年 4 月 25 日)	第 2 章 整備方針・具体的施策等 2-2 ワイヤレス・IoT インフラ (5 G 等) 2-2-3 ワイヤレス・IoT ソリューション (3) 具体的施策 5 G 等の特長を実感できるような、かつ、地域の課題解決ニーズに即した先進的なソリューションの実証に取り組み、社会実装に向けたボトルネックの解消等を図るとともに、その成果を踏まえて、地域における実装計画の策定や社会実装に必要となるデジタル基盤の構築を推進する。

4 政策効果の把握の手法

(1) 事前事業評価時における把握手法

本研究開発等の企画・立案に当たっては、外部専門家・外部有識者から構成される「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」(令和 5 年 7 月 20 日) において、研究開発等の必要性、有

効性、技術、実施体制及び予算額の妥当性、研究開発の有益性等について外部評価を実施し、政策効果の把握を行った。

(2) 事後事業評価時における把握手法

本研究開発終了後には、外部専門家・外部有識者から構成される「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」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、政策効果の把握を行う。

5 政策評価の観点及び分析

○各観点からの分析

観点	分析
必要性	上記、3(2)研究開発の必要性及び背景に記載のとおり。
効率性	<p>本研究開発等を推進するに当たっては、電波伝搬に関する専門的知識や研究開発遂行能力を有する民間企業、大学、国立研究開発法人、独立行政法人等のノウハウや既存のデータを積極的に活用することにより、効率的に研究開発等を推進することができるため、投資に対して最大の効果が見込める。</p> <p>また、過年度までに開発した電波模擬システムを活用することで研究開発を効果的に進めるとともに、電波模擬システムの利活用推進を行うワイヤレスエミュレータ利活用社会推進フォーラム等の関係機関と密接に連携し、実用化を見据えた検討を行うこととしている。</p> <p>さらに、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、研究開発等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、効率的に実施することとしている。</p> <p>よって、本研究開発には効率性があると認められる。</p>
有効性	<p>本研究開発では、まずミリ波帯におけるエリア設計を容易化するため、ミリ波高度化技術(Network Controlled Repeater (NCR)、Reconfigurable Intelligent Surface (RIS))と基地局の協調動作によって基地局1局あたりのエリアカバー及びスループットの改善を実現する。</p> <p>また、近接するエリアにおける異なる免許人への同一帯域の免許付与を実現するため、サービスエリア重複時における協調制御及び自律制御による干渉低減技術を開発し、エリア重複を可能とすることで周波数利用効率の向上を図る。</p> <p>さらに、既存システムが存在する高マイクロ波帯に移動通信システムを導入するにあたり、電波センサーを活用して空き周波数を確認することで既存の多様なシステムとの共存を実現し、周波数利用効率の向上を図る。</p> <p>以上により、これまで移動通信システムで十分に活用できていない周波数に対して移動通信システムの展開を推進することにより周波数逼迫の解消に寄与することができる。</p> <p>よって、本研究開発には有効性があると認められる。</p>
公平性	<p>本研究開発は、幅広い周波数帯について、周波数の効率的利用や共同利用、高い周波数帯の利用を可能とする技術の研究開発を実施することから、広く移動通信システムの利用者の受益となる。</p> <p>また、本研究開発は、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・選定する予定である。</p> <p>よって、本研究開発には公平性があると認められる。</p>
優先性	<p>増加し続ける移動通信システムのトラフィックに対応するとともに、今後、増加することが容易に想定される異免許人間のエリア調整等に対応するとともに、より高い周波数の活用を推し進めるためには、速やかに研究開発に着手し、技術を確立することが必要である。</p> <p>よって、本研究開発には優先性があると認められる。</p>

6 政策評価の結果（総合評価）

今後周波数需要の急激な増大に対する見通しがあり、移動通信システムの周波数のひっ迫解消や有効利用を一層促進するために、移動通信システムにおけるミリ波の展開の推進が必要である。また、複数の免許人が同一周波数帯を、エリアを分けながら移動通信システムを運用することも想定され、重複するカバーエリアにおいてお互いの電波の干渉を回避する方策の確立が望まれる。さらに、高マイクロ波帯の移動通信システムへの利用についても世界的に関心が高まっており、その利用方策についても検討していくことが必要である。

本研究開発により、ミリ波高度化技術と基地局の協調動作によって基地局1局あたりのエリアカバー及びスループットの改善を実現する。また、サービスエリア重複時における協調制御及び自律制御による干渉低減技術を開発し、エリア重複を可能とすることで周波数利用効率の向上を図る。さらに、高マイクロ波帯に移動通信システムを導入するにあたり、電波センサーを活用して空き周波数を確認することで既存の多様なシステムとの共存を実現し、周波数利用効率の向上を図る。

よって、本研究開発には必要性、有効性等があると認められることから、本事業を実施することは妥当である。

7 政策評価の結果の政策への反映方針

評価結果を受けて、令和6年度予算において、「ミリ波帯等における移動通信システムの展開に関する研究開発」として所要の予算要求を検討する。

8 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」（令和5年7月20日）において、本研究開発等の必要性、有効性、技術、実施体制及び予算額の妥当性、研究開発の有益性等について外部評価を実施し、「本研究開発の必要性は高く、移動通信システムにおけるミリ波の迅速な技術展開が期待できる。研究開発期間および予算額も妥当であると思われる。」「仮想空間における電波エミュレーション等に関する本研究課題を遂行することで、移動通信システムにおけるミリ波の迅速な技術展開への応用が期待できる。総合的な観点から本研究開発の有益性は極めて高いと考える。」等の御意見を頂いており、本研究開発等を実施する必要性、効率性及び有効性等が確認された。このような有識者からの御意見を本評価書の作成に当たって活用した。

9 評価に使用した資料等

○ 経済財政運営と改革の基本方針2023（令和5年6月16日閣議決定）

https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/cabinet/honebuto/2023/2023_basicpolicies_ja.pdf

○ デジタル田園都市国家構想基本方針（令和4年6月7日閣議決定）

https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/digital_denen/pdf/20220607_honbun.pdf

○ デジタル田園都市国家構想総合戦略（令和4年12月23日閣議決定）

https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/digital_denen/pdf/20221223_honbun.pdf

○ デジタル田園都市国家インフラ整備計画（改訂版）（令和5年4月25日閣議決定）

https://www.soumu.go.jp/main_content/000877891.pdf