

## ＜基本計画書＞

### 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

#### 1. 目的

我が国の移動通信トラヒックは、LTE 等のモバイルブロードバンドサービス等の普及により年々増加しており、高精細動画の伝送需要の増大や IoT の利用拡大等による更なる需要の増加が見込まれている。

このような状況の中、現在、世界各国で第 5 世代移動通信システム（5G）の早期導入に向けた検討が進められており、ミリ波帯等のより広帯域な周波数が確保できる周波数帯や 4G との連携を見据えた 6GHz 帯以下の周波数帯の利用が検討されている。我が国においても、5G の導入に向けた制度整備が進められており、2018 年度末頃には、3.7GHz 帯、4.5GHz 帯及び 28GHz 帯での周波数割当てがなされる予定となっている。更に、2019 年には、国際電気通信連合（ITU）の世界無線通信会議（WRC-19）が開催され、24GHz 帯以上の周波数帯において、5G の追加割当て周波数帯が特定される見込みとなっている。

これらの周波数帯では、既に種々の無線システムで利用されており、共用を前提とした周波数割当てが不可避となっており、5G と既存の無線システムとの間で高度な周波数共用を実現することにより、一層の周波数有効利用を推進する必要がある。欧州や米国では、データベースやセンサーによる電波探知技術を活用し、共有された周波数の割当てと運用の調整を機動的に行う仕組みが検討されており、我が国においてもこうした仕組みを早急に検討すべきである。

このような状況を踏まえ、本研究開発では、5G の導入が検討されている周波数帯において、異なる無線システムが動的に周波数を共用可能とするための技術を確立することで、5G の導入による新たな周波数のひっ迫状況の解消に資することを目的とする。

#### 2. 政策的位置付け

- ・電波政策 2020 懇親会 報告書（平成 28 年 7 月公表）

「3. 新たなモバイルサービスの実現に向けた検討（3）モバイルサービスの将来展望と具体的方策 ④ 環境整備方策（ア）5G 実現に向けた周波数確保」において、「限られた研究開発リソースを効果的・効率的に活用すべく、プロジェクトを積極的に推進するとともに、周波数有効利用技術の早期確立と国際標準化活動を進める必要がある。」旨、記載されている。

- ・規制改革実施計画（平成 29 年 6 月 9 日閣議決定）

「No. 22 官官・官民共用化の推進」において、「周波数の官官共用・官民共用を推進する観点から、共用可能な場所、時間及び送信電力等の共用条件の決定をより効率的かつ効果的な技術を活用するなどした、よりダイナミックな共用方法の検討

を行う。」旨、記載されている。

・未来投資戦略 2017（平成 29 年 6 月 9 日閣議決定）

「第 2 具体的施策 II Society 5.0 に向けた横割課題 A. 価値の源泉の創出 1. データ利活用基盤の構築（2）新たに講ずべき具体的施策 viii）電波周波数の調整・共用」において、「周波数の官官共用・官民共用を推進する観点から、共用可能な場所、時間及び送信電力等の共用条件の決定をより効率的かつ効果的な技術を活用する等した、よりダイナミックな共用方法の検討を行い、準備ができ次第、技術試験を行った上、平成 32 年度に結論を得る。」旨、記載されている。

・規制改革推進会議 第 2 次答申（平成 29 年 11 月 29 日決定）

「Ⅲ 各分野における規制改革の推進 2. 電波制度改革（2）具体的な規制改革項目 ⑤ 割当てに関わる制度の見直し オ 共用を前提とした割当て」において、「現在、公共部門や携帯電話システムなど使用頻度が高い無線システムに対する周波数割当てに関しては、免許人に周波数を専有的に利用させているが、電波の有効利用のためには周波数共用の推進が必要であり、特に、5 G 向けの周波数帯等では複数の免許人による周波数共用が一層進むと見込まれる。この点、欧米では、L S A（Licensed Shared Access）などの階層型認可やダイナミック周波数アクセスシステムなど、共有された周波数の割当てと運用の調整を機動的に行う仕組みが検討されており、我が国においてもこうした仕組みを早急に検討すべきである。したがって、周波数共有を機動的に行う仕組みを検討し、結論を得る。」旨、記載されている。

### 3. 目標

本研究開発は、2020 年以降の 5 G の普及に向けて、国際的な調和を保ちながら新たな周波数ニーズに対応すべく、5 G と、既存無線システム間の動的かつ稠密な周波数共用の実現を目指すものである。具体的には、従来の周波数共用では割当てが困難となっていた周波数について、既存無線システムとの間で空間的又は時間的に共用することで生み出される新たな周波数資源（以下、空き周波数リソースと呼ぶ）を活用する。その上で、既存無線システムが使用していない空き周波数リソースを空間的に高精度で探知する「空き周波数リソース探知技術」、時間で変化する空き周波数リソースを動的かつ公平に割り当てるための「共用周波数の管理技術」及び空き周波数リソースをより有効活用するための周波数の稠密かつ高効率利用を実現する「共用周波数の利用技術」を確立する。これらの技術の確立により、従来の周波数共用では割当てが困難と判断されていた空き周波数リソースの 80% 以上を共用可能とすることで、5 G への周波数割当てを加速させる。

### 4. 研究開発内容

#### (1) 概要

既存無線システムと5Gとの動的な周波数共用システムの実現に関わる技術及び共用した周波数の利用技術に関する研究開発を実施する。これらの実現に向けては、既存無線システムの周波数利用状況が時々刻々と変化することを踏まえ、5Gが既存システムの周波数利用に影響を与えないことを前提で周波数共用をすることが求められる。この前提において、本研究開発では動的な周波数共用システムの実現に向けて、空間的に利用可能な空き周波数リソースの探知技術、時々刻々と変化する空き周波数リソースを共用利用者からの申請に応じて即時かつ公平に割当てする周波数管理技術を実現する。また、割当てられた空き周波数リソースをより効率的に活用するため、5G側で既存無線システムからの軽度な干渉を許容する技術、移動に伴い発生する重度の干渉を5Gと既存システム間で連携して回避する技術、屋内等の閉鎖された空間で周波数の利用効率を向上させるための送信電波の制御技術を実現する。

なお、対象とする周波数は今後5Gに割当てが予定されているミリ波帯、UHF帯、SHF帯を想定する。例えば、2019年世界無線通信会議(WRC-19)など5Gの候補追加バンドとして国際的に議論が進められている26GHz帯や38GHz帯、「周波数再編アクションプラン(平成30年11月改訂版)」に示されている2.6GHz帯、4.5GHz帯などが考えられる。

## (2) 技術課題および到達目標

### 技術課題

#### ア 空き周波数リソース探知技術

既存無線システムが使用していない空き周波数リソースは、環境の変化や既存無線システムの利用状況等に応じて場所毎に時々刻々と変化するため、時間や場所といった、空間方向での高精度な空き周波数リソースの探知が課題となる。本技術による探知結果は、課題イでの動的な周波数共用の判断に資することが前提になる。また、5Gによる空き周波数リソースの利用において、既存無線システムに対して許容範囲外の干渉を与えた場合には早急な対処が必要となるため、迅速な探知が課題となる。さらに、割当候補の共用周波数の利用者が移動する場合には、移動先の周波数リソースの空き状況を把握する必要がある。このため、課題イでの動的な周波数共用での判断に資することが可能な、空間方向での高精度に空き周波数リソースを探知する技術の開発を行う。また、空間方向における探知精度の向上のためには、既存無線システムのアンテナ指向性等を把握することが重要と考える。さらに、当該技術自体の実現に加え、このような技術を前提とした情報収集手法、共用周波数の利用者の移動に伴う空き周波数リソースの予測等に関する技術が含まれる。

#### イ 共用周波数の管理技術

時々刻々と空き周波数リソースを利用する5Gは、既存無線システムの周波数利用に対して許容される干渉影響の範囲内で利用されなければならない。ま

た、同一周波数帯の共用について、多数の5Gの利用者が異なる条件(例:場所、時間帯、周波数)を希望(申請)する場合が想定される。このため、動的な周波数共用を実現するには、時間方向で公平に共用周波数を管理する技術の実現が必要になる。従って、まず、多数の共用申請があった場合でも、5Gによる空き周波数リソースの利用が既存無線システムの周波数利用に対して干渉の影響を与えないことを、高速、高信頼かつ安全マージンが少なく確認できる手法の開発を行う。また、課題アの空き周波数リソース探知情報などに基づいて、既存無線システムや他の5Gが共用対象の周波数を利用していないことを確認可能な手法の開発を行う。さらに、多数の空き周波数リソースの利用申請で要求される条件を考慮して、動的かつ公平に共用周波数を割り当て管理する共用周波数の管理手法の開発を行う。

## ウ 共用周波数の利用技術

課題イで5Gに割り当てられた空き周波数リソースを、様々な状況で有効に活用するためには、周波数方向で稠密かつ高効率な利用を実現する技術が必要となる。これを実現するため、以下の技術開発を行う。

- ウー1 共用周波数の干渉許容技術

稠密な周波数共用が実現されると、既存無線システムと5Gが近接した配置となり、既存無線システムから5Gへの干渉等が発生し、5Gの通信品質が低下する。そのため、稠密な周波数共用により空き周波数リソースを拡張できる一方で、空き周波数リソースの利用率の低減につながる。これを回避するために、既存無線システムからの軽度な干渉を、5G側で許容可能とする共用周波数の干渉許容技術の開発を行う。

- ウー2 共用周波数の重度干渉回避技術

既存無線局や周波数共用している5Gが移動する、周囲の建造物の形状・位置が変化する等の場合、周囲の空き周波数リソースの状態が変わるため、重度な干渉が発生して空き周波数リソースの利用率の低減につながる。このような既存無線システムと5G間の重度の干渉を、5Gと既存システム間で連携することで回避可能とする共用周波数の重度干渉回避技術の開発を行う。

- ウー3 共用周波数の利用最大化技術

空き周波数リソースの利用において、主に問題となるのは、共用利用者が既存利用者に対し干渉等の影響を与えることである。しかし、共用周波数を単純に与えられた共用条件で利用するだけでは、場所によって異なる遮蔽等の影響で所望の無線品質を確保できない可能性がある。共用条件を遵守することを前提、すなわち既存無線システムに干渉等の影響を与えずに、5Gが利用許可を与えられた空間(例:屋内外の限定的なエリア)で共用周波数を最大限利用可能とする周波数軸での技術の開発を行う。

## 到達目標

空間方向の課題ア、時間方向の課題イ、周波数方向の課題ウの技術を実現し、その積算として、既存無線システムが使用していない空き周波数リソースの80%以上を共用により利用可能とする。

### ア 空き周波数リソース探知技術

空き周波数リソースについて、周波数共用が想定される都市部及びブルーラル地域の無線伝搬環境において、最小75m以下で、空間的な探知精度を80%以上確保できることを実環境で検証した、動的かつ精緻な空き周波数リソース探知技術を確立する。

### イ 共用周波数の管理技術

課題アより取得した空き周波数リソース情報に基づき、5Gへの空き周波数リソースの割当て判定を公平性に配慮しつつ効率的に行うことで、時間的に空き周波数リソースの85%以上を5Gへ割り当てることを実現可能な、共用周波数の管理技術を確立する。

### ウ 共用周波数の利用技術

様々な状況で共用周波数の効率的な利用を実現可能な以下の個別目標を達成することで、空き周波数リソースに対して20%以上の周波数方向での利用効率の向上を実現可能な、共用周波数の利用技術を確立する。

- ・ 既存無線システムから5Gが干渉を受けた際に生じる通信品質の劣化幅を低減することで、割当てを受けた空き周波数リソースに対して20%以上の利用効率向上を実現する、ウー1 共用周波数の干渉許容技術を確立する。
- ・ 既存無線システム、あるいは、5Gが移動することなどにより生じる重度な干渉発生を低減することで、空き周波数リソースに対する周波数利用効率を20%以上向上可能な、ウー2 共用周波数の重度干渉回避技術を確立する。
- ・ 5Gが、共用利用を許可された空間内で、割当てを受けた空き周波数リソースの20%以上の利用効率を向上可能な、ウー3 共用周波数の利用最大化技術を確立する。

なお、上記の目標を達成するに当たっての年度毎の目標については、以下の例を想定している。

#### <2019年度>

##### ・ ア 空き周波数リソース探知技術

空き周波数リソース探知技術及び検討した技術のシミュレーション等による評価を完了させる。検討内容には、空間方向での空き周波数リソースの探知

手法、干渉発生といった電波利用環境の変化時の迅速な情報収集手法等が想定される。

・ イ 共用周波数の管理技術

共用周波数の管理技術の基本検討及び検討した技術のシミュレーション等による評価を完了させる。検討内容には、複数の無線システムに対する高速、高信頼、かつ少ない安全マージンの干渉計算手法、課題アの結果を元にした、共用周波数を高信頼に確認する手法、多数の共用周波数の利用申請に対し動的かつ公平に共用周波数の割当を行う手法等が想定される。また、課題ア、課題ウと連携するための手法（例：インターフェース）の検討を行う。

・ ウ 共用周波数の利用技術

- 共用周波数の干渉許容技術、共用周波数の重度干渉回避技術、共用周波数の利用最大化技術のそれぞれについて、基本検討及び検討した技術のシミュレーションや実機等での評価を完了する。

当該年度の検討により得られる要素技術は、6（3）に記載されている関連した技術試験事務の実施状況や成果等を踏まえ、実用に供することが可能なことを確認する。

<2020 年度 >

ア 空き周波数リソース探知技術

空き周波数リソース探知技術の2019年度の基本技術の評価結果に基づく改良検討及び実機等を用いた評価を行うとともに、移動に伴う空き周波数リソースの状況の変化の把握手法のシミュレーション等による評価を完了する。また、評価結果からの到達目標の達成の確認を行う。

イ 共用周波数の管理技術

共用周波数の管理技術の2019年度の基本技術の評価結果に基づく改良検討及び実機等を用いた評価を行う。また、評価結果からの到達目標の達成を確認する。

ウ 共用周波数の利用技術

共用周波数の干渉許容技術、重度干渉回避技術及び利用最大化技術のそれぞれについて、2019年度の基本方式の評価結果に基づく改良検討及び実機等を用いた評価を行う。また、評価結果からの到達目標の達成を確認する。

これらの要素技術の組合せにより、動的かつ稠密な周波数共用の実現及び既存無線システムが使用していない空き周波数リソースの80%以上を5Gに割当て可能とすることを確認する。さらに、研究開発で得られる要素技術は、6（3）に記載されている関連した技術試験事務の実施状況や成果等を踏まえ、実用に供することが可能なことを確認する。

## 5. 実施期間

2019 年度から 2020 年度までの 2 年間

## 6. その他

### (1) 成果の普及展開に向けた取組等

#### ①国際標準化等への取組

国際競争力の強化を実現するためには、本研究開発の成果を研究期間中及び終了後、速やかに関連する国際標準化規格・機関・団体へ提案を実施することが重要である。このため、研究開発の進捗に合わせて、国際標準への提案活動を行うものとする。なお、提案を想定する国際標準規格・機関・団体及び具体的な標準化活動の計画を策定した上で、提案書に記載すること。

#### ②実用化への取組

研究開発期間終了後も引き続き取り組む予定の「本研究開発で確立した技術の普及啓発活動」及び 2025 年度までの社会実装・利用拡大を実現するために必要な取組を図ることとし、その活動計画・実施方策については、提案書に必ず具体的に記載すること。

### (2) 提案および研究開発に当たっての留意点

提案に当たっては、基本計画書に記されている目標に対する達成度を評価することが可能な具体的な評価項目を設定し、各評価項目に対して可能な限り数値目標を定めること。また、従来の技術との差異を明確にした上で、技術課題及び目標達成に向けた研究方法、実施計画及び年度目標について具体的かつ実効性のある提案を行うこと。

研究開発の実施に当たっては、関連する要素技術間の調整、成果の取りまとめ方等、研究開発全体の方針について幅広い観点から助言を頂くと共に、実際の研究開発の進め方について適宜指導を頂くため、学識経験者、有識者等を含んだ研究開発運営委員会等を開催する等、外部の学識経験者、有識者等を参画させること。

加えて、総務省では異システム間の周波数共用システムの構築に向けて、本研究開発と並行して「5G等の移動通信システムと他の無線システムとのダイナミック周波数共用に関する調査検討(仮)」を実施する予定としており、これらを総合的かつ一体的な視点から把握し、専門的見地から推進するプログラムディレクターを設置する予定である。本研究開発実施者は当該プログラムディレクターに対して定期的に研究開発の進捗状況を報告の上、助言等を受けるものとする。

なお、本研究開発において実用的な成果を導出するための共同研究体制又は研究協力体制について、研究計画書の中にできるだけ具体的に記載すること。

(3) 関連する技術試験事務との連携

本案件の成果は、同時期に実施される技術試験事務「移動通信システムと他の無線システムとのダイナミックな周波数共用に関する調査検討(仮)」と連携して、実用的な成果を導出することが想定されている。このために必要な連携体制について、提案書及び研究計画書の中にできるだけ具体的に記載すること。