

「平成 24 年度補正予算による電波資源拡大のための研究開発の基本計画書（案）」
 に対する意見と総務省の考え方並びに修正した基本計画書

対象となる研究開発課題	意見	総務省の考え方
無人航空機を活用した無線中継システムと地上ネットワークとの連携及び共用技術の研究開発	目的の部分などに記載されておりますように、周波数共用対象システムとして「無線標定システム」の検討も必要と考えられますが、「無線標定システム」を前提として「航空無線航行システム」あるいは「航空無線航行業務」との共用も検討した方が良いのではないのでしょうか。 (個人)	当該研究開発課題の基本計画書(案)のうち、「1. 目的」、「4 (2) 技術課題ア」及び「4 (2) 到達目標ア (b)」において記載されている「無線標定システム」を「航空無線航行システム」に変更します。
屋外マクロセルと屋内極小セルが混在した三次元空間セル構成におけるネットワーク連携干渉制御技術の研究開発 ミリ波帯チャンネル高度有効利用適応技術に関する研究開発 車車間通信技術を活用したネットワーク構築に関する研究開発 無人航空機を活用した無線中継システムと地上ネットワークとの連携及び共用技術の研究開発 ワイヤレス電力伝送システム等における漏えい電波の影響評価技術に関する研究開発 周波数有効利用に資する次世代放送基盤技術の研究開発	アマチュア無線業務に妨害が発生しないことを基本にお願いします。 アマチュア無線機器へのインバータ妨害も発生しております。機器の回路に直接妨害が飛び込みことが想定されます。 (個人)	既存無線システムに影響を及ぼすことなく周波数の有効利用を促進するため、本研究開発に取り組んでまいります。

<p>ワイヤレス電力伝送システム等における漏えい電波の影響評価技術に関する研究開発</p>	<p>「実際の住宅環境における漏えい電波の発生源や被干渉システムの配置や組み合わせ等は個々の住宅毎に異なるため、各機器間の干渉性能評価やその性能改善検討のためには、一般的な影響評価環境が必要となる。」</p> <p>「本研究では、再現性が高く、より一般的な評価を可能とする実験環境を実現する実環境再現技術を開発する。」とあります。</p> <p>あらゆる条件、環境を考慮した上での一般的・標準的な評価環境モデルを構築するということは、極めて膨大なデータ及び分析に基づく必要があり本研究期間では難しいと思われる。また、本研究開発の目的は分析技術、再現技術の開発でもあるため、ここでの「一般的な影響評価環境」や「一般的な評価を可能とする実験環境を実現する実環境再現技術」については、「現在想定される範囲で、極力、特殊ではない条件を設定した再現性の高い評価環境」という意味だと認識します。</p> <p>(株式会社パナソニックモバイル開発研究所)</p>	<p>御意見のとおり、特殊ではない条件を設定した再現性の高い評価環境等と考えています。また、設定した条件が成果取りまとめに明示されていれば支障ないものと考えます。</p>
---	--	---

＜基本計画書＞

屋外マクロセルと屋内極小セルが混在した三次元空間セル構成におけるネットワーク連携干渉制御技術の研究開発

1. 目的

スマートフォン等の高機能データ通信端末の普及により、移動通信システムの通信量が急速に増加しており、最近の調査では年率2倍の増加となっている。この増加する通信量を遅滞なく運ぶためには、新たな無線伝送方式や高効率無線インターフェース技術による伝送効率の向上、周波数帯アクセス技術による実質利用可能周波数帯の拡張、階層化セル構成技術や極小化セル構成による改善などが考えられる。その中で、既に移動通信システムに割り当てられている帯域内での周波数利用効率を大幅に向上させるためには、セルを極小化しつつ干渉回避する方法が非常に有効である。

特に、大都市部においては、中高層ビルの屋内オフィスでの通信トラフィックが急増しており、高さ方向にも効率良く運ぶ手段が求められている。そのためには、数十m程度の極小セルを三次元的に設置することが極めて有効である。しかし、屋内の極小セルと屋外マクロセルは一般に同一周波数を用いることから、不規則に設置される極小セルを三次元的に構築する際には、従来の二次元的なセル構成技術そのまま適用することが出来ず、屋外マクロセルとの間の同一周波数干渉を十分に考慮する必要がある。

そこで、本研究開発ではネットワーク技術を活用して、三次元的に不規則に設置される屋内の極小セルと屋外マクロセル間を高度に連携させることにより、同一周波数干渉を抑圧し通信品質やスループットを大幅に改善するネットワーク連携干渉制御技術の研究開発を実施し、周波数利用効率の向上を目指す。

2. 政策的位置付け

- ・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「アクティブコミュニケーション戦略～堅牢・高性能

な重層的ブロードバンドネットワークの展開～」において、「ホワイトスペースの周波数高度利用技術」等、「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。

- ・新たな情報通信技術戦略工程表（平成 24 年 7 月 4 日改訂 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部）

「3.（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」において、「引き続き、新世代・光ネットワーク、次世代ワイヤレス、（中略）の研究開発」を行う旨が記載されている。

3. 目標

既存の屋外マクロセルと中高層ビル内のオフィス等に設置された極小セルが混在する三次元空間のセル構成（以下、三次元空間セル構成）では、屋内の極小セルと既存の屋外マクロセルとの間の干渉により周波数利用率が大幅に低下することが懸念される。このような三次元空間セル構成において、干渉を抑圧し通信品質やスループットを改善する干渉制御技術を平成 25 年度までに確立し、干渉制御を行わない場合と比べて周波数利用率を 2 倍以上（スループットを 2 倍以上）に改善することを目標とする。

4. 研究開発内容

(1) 概要

従来基地局のセル半径が比較的大きかったこともあり、二次元的な（水平方向の）干渉制御技術を用い基地局の設置を行ってきた。しかしながら、通信量の急増に伴いきめ細かくエリアをカバーしていくことが求められていることから、セル半径を小さくし三次元的に基地局を設置していくことになるため、基地局の干渉の高さ方向への影響が相対的に強くなってきている。このため、既存の屋外マクロセルと屋内に設置された極小セルが混在する三次元空間セル構成において、各セルが独立かつ自律的に干渉を低減させる既存の二次元的な干渉制御技術を三次元方向からの干渉に対してそのまま適用することは困難である。そこで、本研究開発では、ネットワーク技術を活用し屋外マクロセルと屋内の極小セルがネットワーク連携し、干渉を抑圧するように制御する基地局連携干渉制御技術の検討を行う。

(2) 技術課題および到達目標

技術課題

ア 周波数有効利用技術の開発

極小セル構成は一般にその配置が三次元かつ不規則であることから、屋外マクロセルからの干渉により、周波数利用率（スループット）が低下することが課題である。このことから、以下の技術の研究開発を行う。

- (a) 屋外マクロセルと屋内の極小セルがネットワーク連携し送信電力を制御することにより同一周波数干渉を回避する技術
- (b) 屋外マクロセルと屋内の極小セルがネットワーク連携しアンテナ指向性を制御することにより同一周波数干渉を抑圧する技術

イ 自律分散・低伝送遅延ネットワーク連携制御技術の開発

基地局が連携して屋外マクロセルと屋内の極小セル間の干渉を回避、抑圧するためには、ネットワークを介した基地局間制御を各基地局が自律分散的かつ低伝送遅延に基地局間連携を行うことが必要である。また、ネットワークを介した基地局間の制御を実現するにあたっては、バックボーンネットワークへ過度な負荷がかかり一部エリアで不具合が起こったりすることのないよう配慮する必要がある。このことから、以下の技術の研究開発を行う。

- (a) 基地局間インターフェースを用いた自律分散制御方式によるセル間連携制御技術
- (b) 高速な連携制御を実現するために必要なネットワークの低伝送遅延技術

ウ 電波伝搬推定技術の開発

三次元方向からの干渉特性を十分に把握し、計算機シミュレーションや室内実験で各技術を効率よく評価するためには、屋外から高さ方向を考慮した屋内への電波伝搬変動モデルが不可欠である。この電波伝搬変動モデルは、建物、室内の形状や遮蔽物の有無等の情報が正確に把握できない場合でも動作可能な、汎用性の高いものであることが重要である。このことから、以下の技術の研究開発を行う。

- (a) 無線伝送特性を評価するための屋外から屋内への電波伝搬変動特性のモデル化
- (b) 開発した上記電波伝搬変動モデルの伝搬路シミュレータへの実装

エ 実証評価

アからウで検討した技術を計算機シミュレーションにより評価するとともに、実装置による検証を行うことが重要である。このことから、以下の実証評価を行う。

- (a) 計算機シミュレーションの結果を踏まえた本技術を評価するための試作装置の開発及び室内実験による実時間での動作確認
- (b) 実伝搬環境下における動作特性を評価するための小規模の実証システムの構築及びフィールド実証実験の実施

到達目標

既存の屋外マクロセルと屋内に設置された極小セルが混在する三次元空間セル構成において、ネットワーク技術を活用し基地局が連携して干渉を抑圧するよ

うに制御する基地局間連携干渉制御技術を確認し、本研究開発において開発をした技術の適用有無のみにより、周波数利用率を2倍以上（スループットを2倍以上）に改善することを目標とする。実証実験による評価を実施し、開発アルゴリズムの実時間での動作確認を目標とする。

ア 周波数有効利用技術の開発

周波数利用率(スループット)を2倍以上改善するネットワーク連携干渉回避及び干渉抑圧技術を確認する。

イ ネットワーク連携制御技術の開発

周波数利用率(スループット)を2倍以上改善するネットワーク連携干渉回避及び干渉抑圧技術を実現するための基地局間インターフェースを用いた分散基地局制御方式によるセル間連携制御技術を確認する。

ウ 電波伝搬推定技術の開発

屋外から屋内への電波伝搬変動モデルを確認し、伝搬路シミュレータに実装する。

エ 実証評価

検討した技術を実装した試作装置を開発し、室内実験において実時間の動作実験を行い、周波数利用率(スループット)の改善効果を確認する。また、フィールド実証実験系を構築し、実伝搬環境において実時間の動作実験を行い、周波数利用率(スループット)の改善効果を確認する。

5. 実施期間

平成 24 年度

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」及び平成 32 年度までの実用化・製品展開等を実現するため

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。

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。

<基本計画書>

ミリ波帯チャンネル高度有効利用適応技術に関する研究開発

1. 目的

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、映像コンテンツを含めた大容量情報を短時間で配信・転送するサービスが期待されている。また、M2M、IoT の環境整備に伴いクラウドサービスやビッグデータを活用したコンテンツサービスなど、ギガバイトを超えるデータ交換がモバイル機器間のみならずモバイル機器とクラウド端末との間で頻繁にやり取りされるようになるため、知識情報社会を支えるインフラ整備において、膨大な無線トラフィックを収容可能な無線システムが期待されている。

このような中、ギガバイトを超えるデータ交換用近距離通信での用途に対して、国際的には 60GHz 帯 (57GHz～66GHz 4 チャンネル) が割り当てられている。平成 26 年頃には WiGig/IEEE802.11ad 規格に対応した 60GHz 帯近距離無線システム(以下「近距離システム」)の実用化が予定されており、最大 3Gbps 級の 1 対 1(P-P)通信がモバイル機器においても可能となる見込みである。また、非接触型 IC カードのように数 cm 程度の近接距離でデータの瞬間転送を行う近接ミリ波無線システム(以下「近接システム」)の技術開発も進められている。今後、これらの技術により、情報家電機器を中心として高速、大容量の無線通信システムが普及していくとみられている。

しかしながら、近距離システムは、単一チャンネルを使用した P-P 接続には適するものの、チャンネル間の干渉により隣り合うチャンネルの同時使用が制限されるため、店舗、駅などの公共エリア(屋外)で必要とされる大容量の 1 対多(P-MP)通信への対応が困難である。さらに、近距離システムと近接システムが同一のエリアに存在する場合における干渉回避のための技術についても未着手の状況にある。

我が国において 60GHz 帯は高出力化について検討の段階に入っており、今後、急速に普及が加速するものと予測され、同一システムのチャンネル間および異システム間の干渉問題が一層顕在化してくるものと予想される。

本研究開発では、これらの状況を踏まえ、大容量(6Gbps 超)と小容量(数百 Mbps)のデータ通信に対応できるフレキシブルなチャンネル配置を可能としつつ、異なる伝送容量の異種システムとの共存を実現するミリ波チャンネル高度有効利用適応技術を確立し、60GHz 帯周波数の効率的利用によりミリ波帯の利用を促進して 2.4GHz/5GHz 帯周波数のひっ迫緩和を実現するとともに、国際競争力の強化を図ることを目的とする。

2. 政策的位置付け

- ・ 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「アクティブデータ戦略」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。

3. 目標

本研究開発により、デバイス間の離隔距離 1m 以下での 4 チャンネルの同時使用、3m 以内の同一エリアにおける近接システムと近距離システムとの共存、同一周波数帯において最大 4 ユーザの多重化、大容量コンテンツ対応時として P-P 通信において 6Gbps を超える通信を実現することにより、今後ますます利用用途が拡大される 60GHz 帯無線システムを効率よく運用するための共用技術を確立するとともに、Wireless Gigabit Alliance や IEEE に対する国際標準規格への拡張提案や知財化を行うことを目標とする。

4. 研究開発内容

(1) 概要

本研究開発では、多種多様な用途に対応しうるミリ波システム基盤技術を確立するため、①チャンネル/システム間干渉回避技術、②適応無線チャンネル多重化技術、③干渉抑圧信号処理技術について研究開発を行う。

研究開発の最終段階では、シミュレーションによるチャンネル間干渉適応制御、システム間干渉回避、寄生アンテナ制御、多重化信号処理の検証を行うとともに、チャンネル間干渉評価系、システム間干渉評価系、多重化環境評価系、マルチストリーム用 60GHz 帯フロントエンド、超広帯域歪補償要素回路等の試作を行い基礎データを取得する。

(2) 技術課題および到達目標

技術課題

ア. チャンネル/システム間干渉回避技術の開発

60GHz 帯を用いる近距離システムでは、安価な CMOS プロセス等での実現性を考慮して、送信スペクトルマスクがマイクロ波帯を用いる従来の無線 LAN と比較して緩和されている。そのため、送信信号の隣接チャンネルへの漏洩が大きくなり、チャンネル間干渉により隣接チャンネルの同時使用が困難な状況が発生する。60GHz 帯の普及促進を考えた場合、複数チャンネルの同時使用が制限されることはネットワーク構

成上の大きな課題となっている。

これに対して、通信距離を延ばし、また見通し外通信にも対応するための手段として、アンテナ指向性制御の研究開発が進められてきたが、限られた空間に多数の端末が存在する密環境下では、ユーザ間の干渉を十分考慮できないために使用チャネル数が限定されるとともに、デバイス間離隔距離を1m以下に近接すると隣接チャネルからの干渉により安定した通信品質を確保できない状況が発生する。

また、NFC(Near Field Communication)のような近接システムが同一エリアで利用される場合において、近距離システムが近接システムの存在を検出できないために、システム同士の共存が困難となっている。

これらの課題を解決するため、チャネル間の干渉を推定して、最適なアンテナ指向性選択とチャネル配置、及び変調方式を適応的に制御することで4チャネルを有効的に活用するチャネル間干渉適応制御技術の開発及び近接システムと近距離システムの共存を可能とする無線プロトコル、帯域シェア制御技術の開発を行う。

イ. 適応無線チャネル多重化技術の開発

近接・近距離システムでは、利用可能なチャネル数が4チャネルと限られている。多数ユーザの存在する店舗やオフィスなど密環境下においてミリ波通信を行う場合には、限られたチャネルを時分割共有するためにスループットが低下するため、利用用途が制限されるという課題がある。

この課題解決のため、同一チャネルにおいて4多重化(4チャネル使用時に16ユーザ以上収容)を実現するための技術開発を行う。従来、小型、低消費電力化が困難であったアンテナ指向性制御を、小型端末でも搭載可能とするため、互いに近接した結合アンテナを利用した寄生アンテナ制御技術の開発を行う。また、アクセスポイント側で得られる高いアンテナ指向性を組み合わせ、チャネル推定精度を緩和することなどにより、低消費電力で多重化信号の分離を可能とする適応多重化信号処理技術、及びベースバンドとアンテナRF系を連携させて指向性制御と干渉抑圧を行うRF、ベースバンド統合設計技術の開発を行う。

ウ. 干渉抑圧信号処理技術の開発

60GHz帯システムでは、隣接チャネル間の干渉が使用チャネル数を制限させる要因となっている。また、半導体プロセス上に無線回路を集積化する際に、受動素子の性能(Q値)が低いため発振器の位相雑音を低減することが難しく、64QAMなどの多値変調による高速通信を実用化する際の障害となっている。さらに、広帯域の変調信号を取り扱うため、受信系のADCのオーバーサンプリングレートが2倍以下と低くなり、隣接チャネルからの干渉に加えて、サンプリング時の隣接チャネル成分の折り返しによる干渉が発生し、S/Nを劣化させる。また、送信系においても、DACのオーバーサンプリングレートが低いため、歪み補償信号の再現精度が悪く、マイクロ波帯で実用化されているプリディストーション等の送信歪み補償が適用できない。

これらの課題を解決するため、受信系においては、位相雑音や干渉信号成分をベースバンド信号処理で抑圧する干渉/ノイズキャンセル技術の開発、送信系においては、低オーバーサンプリングレートにおいても効果的に歪みを抑圧する超広帯域歪み補償技術の開発を行う。

到達目標

ア. チャネル/システム間干渉回避技術の開発

多数のユーザが存在する密環境下において、デバイス間の離隔距離 1m 以下で 4 チャネル同時通信を実現し、さらに、近距離システムと近接システムを 3m 以内の同一エリアで共存可能とするための基礎技術を確立することを目標とする。そのために、以下の個別目標を実現する。

(a) チャネル間干渉回避技術の開発

複数の端末が近接して存在する密環境下において、チャネル間の干渉量を測定して、干渉を回避する条件を明確化するためのチャネル間干渉評価系を構築し、基礎データを取得する。また、チャネル間の干渉量を推定して、アンテナ指向性、チャネル配置、送信電力、変調方式等を適応的に制御するためのチャネル間干渉適応制御アルゴリズムの基本設計を実施し、シミュレーションによる検証を行う。

(b) システム間干渉回避プロトコル、帯域シェア技術の開発

近距離システムと近接システムの共存時に、実環境で相互に与える干渉量やスループット低下量等を測定して、近接システムが近距離システムに対し著しいスループット低下を与えない条件を明確化するためのシステム間干渉評価系を構築し、基礎データを取得する。また、近距離システム通信エリア内で近接システムが近距離システムへ干渉を与えない条件ではオーバーレイ同時通信を行い、干渉を与える条件では、同一チャネルを双方システムで帯域シェア又はチャネル変更による干渉回避を実現するシステム共存化の基礎技術を確立する。

イ. 適応無線チャネル多重化技術の開発

同一周波数において最大 4 ユーザの多重化を実現し、周波数利用効率を 4 倍に高めるための基礎技術を確立することを目標とする。そのために、以下の個別目標を実現する。

(a) 寄生アンテナ制御技術の開発

互いに近接した結合アンテナの負荷を制御することで、信号対雑音比、信号対干渉比を最大化するための結合アンテナ理論を構築し、シミュレーションによる検証を行う。

(b)適応多重化信号処理技術、RF、ベースバンド統合設計技術の開発

ミリ波帯特有の高いアンテナ指向性を活かし、チャンネル推定のための条件を緩和することなどによりモバイル機器にも搭載可能とする、多重化信号処理アルゴリズムの基本設計を実施する。また、同一周波数帯を複数のユーザが使用した場合の干渉量を明確化するため、多重化環境評価系を構築し、基礎データを取得する。

ウ. 干渉抑圧信号処理技術の開発

隣接チャンネル同時使用時に6Gbpsを超える伝送速度で3m以上の通信距離を実現するための基礎技術を確立することを目標とする。そのために、以下の個別目標を実現する。

(a)干渉/ノイズキャンセル技術の開発

複数のアンテナで受信した信号を用いて、ベースバンド信号処理を行うことにより干渉信号成分をキャンセルすることで、隣接チャンネルからの干渉の抑圧を図る干渉キャンセル技術を実現するための基本アルゴリズム設計を実施し、シミュレーションによる検証を行う。また、実環境での基本動作を検証するための、60GHz帯フロントエンドの設計、試作を行う。

多値変調による高速通信を実用化する際に障害となる位相雑音を低減するため、受信シンボルを利用したベースバンドでの演算処理で抑圧するノイズキャンセル技術の基本アルゴリズム設計を実施し、シミュレーションによる検証を行う。

(b)超広帯域歪み補償技術の開発

ミリ波帯特有の2倍以下の低オーバーサンプリングレートでも効果的に歪みを補償し得る広帯域歪補償の基本アーキテクチャ設計を実施する。また、要素回路の設計、試作を行い、基礎データを取得する。

5. 実施期間

平成24年度

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次年度以降の研究開発に結び付けるとともに当該課題の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。

計画の策定にあたっては、Wireless Gigabit Alliance、Wi-Fi Alliance 及び IEEE に

対する国際標準規格への拡張提案のためのデータの取得や知財化を通じて、国際協調の維持継続と国際競争力の強化を図る内容が含まれていること。

② 実用化への取組

研究開発期間終了後も「本研究開発で確立した技術の普及啓発活動」及び平成 31 年度までの実用化・製品展開等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。

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。

＜基本計画書＞

車車間通信技術を活用したネットワーク構築に関する研究開発

1. 目的

現在、特定の利用目的のために割り当てられている周波数において、空間的・時間的に利用可能な周波数帯を移動通信システムに活用し、既存業務への影響を回避しつつ柔軟かつ高度に周波数を活用するための技術に関する研究開発と、その技術を利用したシステムの実用化、標準化に関する検討が世界各国で行われている。しかしながら、準静止状況ではなく、高速で移動する移動通信システムについては、既存業務への影響が動的に変化する可能性があることから、その影響を十分に予測するための技術が十分確立されていない状況である。

一方、移動通信システムのなかでも平時のみならず災害時においても自律的な活動が可能な自動車において、既存業務への影響を回避しつつ柔軟かつ高度に周波数を活用し車車間通信を可能としネットワーク構築を実現することは、平時から高密度な周波数割当てが可能となるとともに、災害時においても利用可能な周波数を迅速に活用可能となり、有限希少な電波資源の拡大につながるとともに、来るべき次世代ワイヤレスブロードバンドのための周波数確保が期待できる。

このことから、6GHz 以下の帯域において、既存業務への影響を回避しつつ柔軟かつ高度に周波数を活用し、車車間通信が可能となるネットワーク技術を確立することで、周波数の有効利用の促進に資することを目的とする。

2. 政策的位置付け

- ・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「アクティブコミュニケーション戦略～堅牢・高性能な重層的ブロードバンドネットワークの展開～」において、「ホワイトスペースの周波数高度利用技術」等、「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。

- ・新たな情報通信技術戦略工程表（平成 24 年 7 月 4 日改訂 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部）

「3.（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」において、「引き続き、新世代・光ネットワーク、次世代ワイヤレス、（中略）の研究開発」を行う旨が記載されている。

「3.（3）i）デジタルコンテンツ市場の飛躍的拡大」において、「超高精細・高臨場感映像技術の開発及び標準化」を推進する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国際競争力強化検討部会最終報告書（平成 22 年 12 月 総務省）

研究開発戦略 主な取組

1. 主な取組の概要

- いつでもどこでも接続可能なブロードバンドワイヤレス技術の研究開発
 - ・（前略）ホワイトスペース等の更なる電波の有効利用技術の研究開発等を実施し、その早期導入を図る。

3. 目標

平時のみならず災害時においても自律的な活動が可能な自動車による車車間通信について、平時から既存業務への影響を回避しつつ柔軟かつ高密度な周波数割当てを可能とし、また災害時においても利用可能な周波数を迅速に活用できるようにするため、既存業務への影響を回避しつつ車車間通信を可能としネットワーク構築を実現するための技術の確立を目標とする。

4. 研究開発内容

(1) 概要

自動車はバッテリーを持ち自律的な活動が可能なことから、携帯電話や自営通信網のエリア外や災害時に携帯電話基地局等が損壊した場合など、車車間通信は他の通信手段が利用できない際の通信手段として期待されている。

また、災害時、自動車は簡易的な避難所としても利用されることが多く、車車間通信により自動車間の通信を確立しネットワークを構築することは、携帯電話が使えないことが多い災害時には非常に有効である。

このことから、平時のみならず災害時において車車間通信により情報伝達手段を確保するため、既に特定の利用目的のために割り当てられている周波数において、空間的・時間的に利用可能な周波数を、移動通信システム（車車間通信）により利用可能としネットワークの構築を実現する技術を確立する。

(2) 技術課題および到達目標

技術課題

ア システム間動的周波数管理技術の開発

空間的・時間的に利用可能な周波数を活用して車車間通信を行う場合、高速で移動する車載端末が既存業務に対して時々刻々と変化する干渉を与えるおそれがあることから、車車間通信から既存業務への干渉を回避する必要がある。このため、車車間通信を行う自動車の位置情報管理を行う二次利用システム管理技術、自動車の位置情報に基づき与干渉・被干渉エリアの推定を行う時変干渉エリア推定技術、これらの干渉エリア推定結果に基づいて利用可否判定・使用周波数選定を行う二次利用システム用利用周波数制御技術からなる、既存業務である一次利用システムと二次利用システム間の動的周波数管理技術の開発を行う。

また、利用可能な周波数を活用する自動車が複数存在する場合、利用周波数が動的に干渉し、通信品質が著しく低下する可能性がある。このことから、動的周波数管理技術と連動した、複数の自動車の位置情報に基づき相互の干渉量の推定を行う二次利用システム間の干渉推定と、干渉推定結果に基づき使用周波数や出力等の調整を動的に行う複数の二次利用システム（車車間通信）間の運用周波数調整を行う二次利用システム間の動的周波数管理技術の開発を行う。

イ 可搬型基地局—二次利用システム間通信技術の開発

アで開発した技術を運用管理する管理サーバと連携するための管理サーバアクセス技術、被干渉センシング技術により可搬型基地局と自動車間での通信を可能とする可搬型基地局—二次利用システム間通信技術の開発を行う。開発にあたっては、可搬型基地局は静止して運用することとし、複数の高速で移動する自動車搭載端末との通信を可能とする。既存の携帯電話システムで用いられている方式（3G や LTE）に基づき検討する。

ウ 二次利用システム間通信技術の開発

アで開発した技術を運用管理する管理サーバと連携し、自動車同士の通信である二次利用システム間通信（車車間通信）を実現する管理サーバアクセス技術、被干渉センシング技術により移動通信二次利用システム間通信技術の開発を行う。開発にあたっては、既存の車車間通信の方式である 700MHz 帯安全運転支援システムで用いられている方式に基づき検討する。

エ 二次利用システム（車車間通信）によるネットワーク構築検証

アからウで開発した技術を用いることで、既存業務への干渉を回避しつつ車車間通信によりネットワークを構築できることを検証する。検証にあたっては、実用時におけるネットワークの展開シナリオを検討し、求められる性能・規模を明確化した上で、二次利用システム（車車間通信）によるネットワークの構築の検証を行う。

到達目標

6GHz 以下の周波数帯において既存業務と周波数を共用しながら車車間通信を実現し、特定の移動通信システム向け周波数帯において、本研究開発で開発する技術を用いた共用の有無のみの比較により、2 倍以上の周波数利用効率を実現する。また、災害時一部地域において既存業務(一時利用システム)が一部使用不能となった際、一時的に空いた周波数を活用した車車間通信により、一次システムがダウンしていない地域までの中継通信を可能とするネットワーク構築を可能とする。個別の技術目標を以下に示す。

ア システム間動的周波数管理技術の開発

- ・ 自動車の移動性を考慮した既存業務との与干渉／被干渉計算に基づいた共用条件及び移動する複数の自動車間の共存を可能とする動的周波数管理フレームワーク及び制御アルゴリズムを確立する。

イ 可搬型基地局-二次利用システム間通信技術の開発

- ・ アで開発される管理フレームワークと関係動作可能な携帯電話システムで用いられている方式に基づく可搬型基地局と、それと通信可能な自動車に搭載可能な端末を開発する。運用場所まで移動・配置された可搬型基地局と端末が、移動中であっても既存業務への影響を回避しつつ通信することを可能とする。

ウ 二次利用システム間通信技術の開発

- ・ アで開発される管理フレームワークと関係動作可能な移動通信システム間通信方式に対応した通信装置を開発する。複数の車載された端末が、移動中であっても既存業務への影響を回避しつつ相互に通信を可能とする。

エ 二次利用システム(車車間通信)によるネットワーク構築検証

- ・ アで開発される管理フレームワーク、及びイ・ウでそれぞれ開発される可搬型基地局・自動車搭載端末を連携させ、関係動作の検証を実施する。これにより特定の周波数帯における周波数利用効率を2倍以上に増大させる。
- ・ 平常時・災害時それぞれにおける車車間通信によるネットワークの展開シナリオを検討し、求められる性能・規模を明確化し、それに基づいた収容トラフィック量等の基礎評価を実施することで、目標の達成可能性について評価を行う。また、この展開シナリオに基づき可搬型基地局-二次利用システム間通信、二次利用システム間通信の混在環境における既存業務への干渉回避統合システムの構築により、既存業務に悪影響(harmful interference)を与えることなく通信を行うことを可能となることを検証する。

5. 実施期間
平成 24 年度

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」及び平成 27 年度までの実用化・製品展開等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。

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。

＜基本計画書＞

無人航空機を活用した無線中継システムと地上ネットワークとの連携 及び共用技術の研究開発

1. 目的

大規模災害時において通信インフラや道路インフラ等が壊滅的な被害を受けた場合の孤立地域との迅速なネットワークの確立や、火山、火事、高放射線などの危険地域等でのデータ収集や通信確保を行う手段として、パイロットが搭乗する必要がなくプログラム通りに自律飛行することが可能な無人航空機システム（UAS）の利用が期待されている。国際的にも、欧米を中心に活発的な研究開発が行われているだけでなく、2012年の世界無線通信会議（WRC-12）において UAS で用いる周波数として 5GHz 帯（5030MHz～5091MHz）の非ペイロード用通信としての使用が合意され、次回会議（WRC-15）では UAS と衛星を結ぶ周波数を決定するための議題が設定されている。

しかしながら、5GHz 帯や衛星通信用周波数帯（Ku/Ka 帯）は既にひっ迫しており、地上の無線アクセスシステムや航空無線航行システムとの共用が必要となっているほか、衛星とのリンクについても他の衛星回線との干渉を回避する必要がある。これらの課題を解決するため、5GHz 帯における他の地上用無線業務との周波数共用技術及び他の衛星通信との共用技術を開発し、周波数の共同利用を促進する。

2. 政策的位置付け

- ・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「アクティブコミュニケーション戦略～堅牢・高性能な重層的ブロードバンドネットワークの展開～」において、「大容量・途切れのない高信頼・高品質な通信を可能とする移動通信システム等のブロードバンドワイヤレスネットワーク環境の提供」等、「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。

- ・新たな情報通信技術戦略工程表（平成 24 年 7 月 4 日改訂 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部）「3.（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」において、「引き続き、新世代・光ネットワーク、次世代ワイヤレス、（中略）の研究開発」を行う旨が記載されている。
- ・電波政策懇談会報告書（平成 21 年 7 月）において、「災害に強い国づくりを目的に、災害による被害の発生を防止、軽減するために電波利用システムをアプリケーションとして活用していく」旨が記載されている。

3. 目標

大規模災害等における孤立地域との迅速なネットワーク確立及び平常時における広範囲なデータ収集等を可能にするため、UAS を活用した無線中継システムを既存システムと周波数を共用しつつ他のネットワークと協調して迅速に展開できる技術の実現に必須となるコンポーネントの試作開発やアルゴリズム評価を行い、対象となる 5GHz 帯及び Ku/Ka 帯の共同利用の促進に資する。

無線中継システムを十分に機能させるため、UAS 1 機あたり 5Mbps の伝送容量を満たすことを目指す。また、他のシステムへの保護基準として、5GHz 帯においては不要輻射制限（-75dBW/MHz）を満たすとともに、Ku/Ka 帯においては固定業務において規定されている PFD 許容値（Ku 帯：-138dBW/4kHz・m²、Ka 帯：-105dBW/1MHz・m²）を固定衛星業務（FSS）にも準用し、これを満たすことを目指す。

4. 研究開発内容

（1）概要

UAS を活用した無線中継システムと地上ネットワークとの連携及び共用を実現するため、5GHz 帯における UAS と他の地上用無線業務との周波数共用技術、Ku/Ka 帯における UAS と他の衛星通信との周波数共用評価、複数 UAS と地上ネットワークを連携させた対地上の高速かつ安定した中継システムの研究開発のためコンポーネントの試作開発、ならびにアルゴリズム評価を行う。

（2）技術課題および到達目標

技術課題

ア 5GHz 帯における UAS と他の地上用無線システムとの周波数共用技術の開発

WRC-12 において新たに 5GHz 帯（5030MHz～5091MHz）が UAS の非ペイロード通信用として割り当てられたが、この帯域は地上無線アクセスシステム及び航空無線航行システムとの共用バンドとなっている。このため、この周波数の利用にあたっては、上空を飛行する UAS で送信・受信した場合の伝搬特性や、地上の現用システムとの間の与干渉・被干渉特性を把握し、周波数共用条件検討のためのデータを蓄積しておく必要がある。

以上を踏まえ、次の課題について特に災害時に容易に配備・利用可能な小型・

中型 UAS を想定した研究開発を行う。

- (a) 周波数共用評価のための電波伝搬モデルの確立
- (b) 他の地上用無線業務との周波数共用技術

イ Ku/Ka 帯における UAS と他の衛星通信との周波数共用技術の開発

地上だけでなく海洋等を含む広い範囲で UAS を活動できるようにするためには、UAS－衛星間通信が必須の技術となる。このための周波数帯として、Ku/Ka 帯における FSS 用の帯域を用いることが ITU-R 等で検討されている。しかし、UAS－衛星間通信においては、UAS が広範囲にわたって飛行することによって、同じ帯域を用いる他の衛星や固定地球局への干渉が問題となる。これを回避しつつ、UAS の安全飛行のための映像伝送等、UAS と衛星間的高速通信を実現する必要がある。

以上を踏まえ、次の課題について特に災害時に容易に配備・利用可能な小型・中型 UAS を想定した研究開発を行う。

- (a) UAS 搭載用の可変指向性アンテナ技術
- (b) 環境適応型衛星通信技術

ウ 複数 UAS と地上ネットワークを連携させた対地上の高速かつ安定した中継技術の開発

UAS を災害時等の中継路の一つとして活用する場合には、用いる UAS が大型になるほど搭載容量が増え、電力や搭載機器に余裕ができ、結果として通信範囲や通信速度を大きくとることができる。しかしながら、大型の UAS は高コストであり、また運用の難易度も上がるという課題がある。

これを解決するには、UAS による中継方法を工夫したり、複数の小型 UAS（おおむね手投げ発進が可能な総重量 10kg 以下のもの）を連携させたりすることで実質的に通信範囲や通信速度の拡大することが有効である。

具体的には、小型の UAS が一度に見通せない範囲であっても、中継すべきデータを UAS で物理的に移動し、遠くの範囲へ送り届けたり、複数の小型 UAS と複数の地上ノードを仮想的な MIMO（多入力・多出力）チャネルとして高速・安定通信に活用したりする技術を開発する必要がある。

以上を踏まえ、次の課題について既存の衛星通信システムとの比較を行いつつ、研究開発を行う。

- (a) 耐遅延中継技術
- (b) 地上・UAS 連携マルチリンク MIMO ネットワーク符号化中継技術

到達目標

ア 5GHz 帯における UAS と他の地上用無線業務との周波数共用技術の開発

- (a) 周波数共用評価のための電波伝搬モデルの確立
5GHz 帯の送受信装置を実際の UAS に搭載し、地震及び津波等の大規模災

害時の通信網補完を想定した気象条件や地上環境、地形条件等、さまざまな環境（5 種類以上）における電波伝搬データを取得して解析を行い、各環境や条件ごとの基礎的な電波伝搬モデルを確立する。

(b) 他の地上用無線業務との周波数共用技術

UAS に搭載する無線通信システムや地上局システムの設計に活用するため、様々な環境や飛行パターンにおける地上システム（無線アクセスシステム及び航空無線航行システム）を保護するための不要輻射制限基準を満たすための干渉評価並びに周波数共用評価が可能な周波数共用評価システムを構築する。

イ Ku/Ka 帯における UAS と他の衛星通信との周波数共用技術の開発

(a) UAS 搭載用の可変指向性アンテナ技術

電子制御と機械制御のそれぞれの特徴を考慮し、他の衛星回線への干渉基準を満たす、小型で軽量の可変指向性アンテナの設計を行い、これを実現するための無線コンポーネントの試作開発を行う。

(b) 環境適応型衛星通信技術

キャリアセンシングによるチャンネル制御や送信出力制御による干渉回避のための方式設計を行い、その制御コンポーネントの試作開発を行う。地上からの上り回線と衛星からの下り回線の両方の信号を対象とする。

ウ 複数 UAS と地上ネットワークを連携させた対地上の高速かつ安定した中継技術の開発

(a) 耐遅延中継技術

UAS に小型のネットワークサーバを搭載し、地上局から送信されたメッセージを機上メモリに蓄積し、目的地の上空まで飛行して携帯端末や車載無線装置などの地上局向けにダウンリンクする、大きな遅延を許容したメッセージ伝送技術のためのネットワーク制御コンポーネントを試作開発する。

最大 15 分程度までの遅延を許容し、上り回線と下り回線のそれぞれにおいて、5Mbps 以上のスループットを実現することを想定した地上・上空のネットワーク技術の強化及び連携による中継技術向上、および中継経路の切り替えりや一時途絶などを考慮した情報のロバスト配信のためのアルゴリズム評価を行う。また、UAS に搭載する小型ネットワークサーバと地上を走行する車両に搭載する端末の無線コンポーネントの試作開発を行う。伝送遅延やスループット低下の代償は伴うが、UAS の物理的な高速移動特性を利用して、送信電力を増大させることなく、災害等で寸断されたネットワークの先の遠方の携帯端末や車載端末に情報を配信可能とすることを目指す。

(b) 地上・UAS 連携マルチリンク MIMO ネットワーク符号化中継技術

地上と上空のノードを連携させ、複数の UAS とそれらからカバーできる地上の複数のメッシュノードとの間でマルチリンク MIMO(多入力・多出力)チャンネルを構成し、空間的な冗長性を活用して障害への耐性を強化する。

具体的には、地上と上空の複数ノードで構成される巨大 MIMO リンクによる耐干渉性に優れた中継を行う巨大 MIMO 時空間符号化中継のためのアルゴリズム評価を行う。また、ネットワーク符号化技術(ネットワークの多数の経路にデータを分散して伝送し、冗長性を活用してネットワークを安定化するとともに伝送効率を向上する技術)と組み合わせることで、伝送する情報量は減らすことなく送信パケットの数を削減し、ネットワーク全体としての周波数資源利用効率を改善するためのマルチリンク MIMO ネットワーク符号化伝送を行うためのアルゴリズム評価および無線コンポーネントの試作開発を行う。送る情報の要求条件と性質に合わせたリンク間の合成・配分の最適化、並びにネットワーク符号化によるオーバーヘッドの増加や各ノードの消費電力増加等のマイナス効果を定量的に評価し、これを最小限に抑えることをめざす。また、メッシュネットワークの安定性と保守性を強化するためのネットワーク符号化を応用したネットワークの障害特定のためのアルゴリズム評価を行う。

5. 実施期間

平成 24 年度

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」及び平成 30 年度までの実用化・製品展開等を実現するために必要な実証実験等の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。

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。

<基本計画書>

ワイヤレス電力伝送システム等における漏えい電波の影響評価技術に関する研究開発

1. 目的

近年、電波の利用方法としては、通信だけではなく、電力伝送技術が注目され、研究開発が進んでいる。

このようなワイヤレス電力伝送システムにおいて、特に電気自動車における充電利用は今後、一般家庭や集合住宅の駐車スペース等に普及が見込まれるが、高出力であるため、高密度で設置されると付近の無線システム等に与える影響が懸念される。

さらに、家庭内において、今後、HEMS（ホームエネルギーマネジメントシステム）、GIPC（太陽光発電系統連系パワーコンバータ）等の普及見込まれており、これらの高周波電流を利用する設備等から発生する漏えい電波が既存の無線システム等と電波干渉を起こす問題が指摘されている。

また、システム単体では問題ない場合であっても、屋内外のワイヤレス電力伝送システムや、GIPC 等が互いに密に接した状態で複数設置される環境においては、これらの多数の発生源から発生する漏えい電波が合成されて他の機器に影響を与える可能性や、互いに影響を与える可能性が考えられる。

このため、このような電波環境における漏えい電波の状況を正確に把握する必要がある。

したがって、漏えい電波の状況を把握・シミュレートし、影響を分析する技術の研究開発により、電波環境の保全を確保し、国際標準等国際的な調和を図りながら通信機器、電力伝送システム等の周波数の共同利用を促し、もって電波利用ビジネスの活性化に資する。

2. 政策的位置付け

- ・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「アクティブコミュニケーション戦略～堅牢・高性能な重層的ブロードバンドネットワークの展開～」において、「ホワイトスペースの周波数高度利用技術」等、「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。

- ・新たな情報通信技術戦略工程表（平成 24 年 7 月 4 日改訂 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部）

「3.（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」において、「引き続き、新世代・光ネットワーク、次世代ワイヤレス、（中略）の研究開発」を行う旨が記載されている。

- ・デジタル新時代に向けた新たな戦略～三カ年緊急プラン～（平成 21 年 4 月 9 日 IT 戦略本部）

第 2 章 II. 2.（4）デジタル技術を活用した新産業創出において、「コードのいない快適生活環境等を早期実現」する旨が記載されている。

- ・電波新産業創出戦略～電波政策懇談会報告書～（平成 21 年 7 月 13 日 電波政策懇談会）

「4-2-2 ユビキタスフロンティア【ワイヤレス電源供給】」において、「電源コードが不要となることにより、コンセントのない住宅や家電の自由な配置の実現以外にも、ユーザーのライフスタイルにも大きな変革をもたらすと考えられる。

さらに、電気自動車の給電インフラとして、無線給電スタンドや無線給電駐車場の整備も期待される。また、カプセル内視鏡型ロボット／センサーやインプラント機器に搭載される電池の代替としても、ワイヤレス電源供給の利用が期待される。」旨が記載されている。

3. 目標

電気自動車への充電方法として研究開発が進んでいるワイヤレス電力伝送システムや、家庭内において今後設置が進むことが見込まれている GPCP 等、多数の発生源から発生する複合的な漏えい電波が相互に影響を与える可能性が考えられ、このような電波環境における漏えい電波の状況とそれによる干渉影響を正確に把握する技術を開発し、今後、通信機器及び電力伝送システム等の周波数の共同利用環境構築に資する再現性の高い影響評価環境モデルの構築を行う。

4. 研究開発内容

(1) 概要

本研究では、実際のワイヤレス電力伝送システム及び GPCP 等を設置した実験環境を構築し、それら各機器から発生する漏えい電波の強度や他の機器に及ぼす

干渉影響を定量的に把握する実環境分析技術を開発する。

実際の住宅環境における漏えい電波の発生源や被干渉システムの配置や組み合わせ等は個々の住宅毎に異なるため、各機器間の干渉性能評価やその性能改善検討のためには、一般的な影響評価環境が必要となる。さらに、製造業者や型式などによって異なる各機器の性能や仕様の差を踏まえた上での影響評価が必要となる。そのため本研究では、再現性が高く、より一般的な評価を可能とする実験環境を実現する実環境再現技術を開発する。

さらに、実環境分析技術の研究開発の結果得られた実際の屋内外の設置環境における干渉影響の評価結果と、実環境再現技術における評価結果とを比較することで、本技術の妥当性の確認を行う。

(2) 技術課題および到達目標

技術課題

ア 実環境分析技術の開発

ワイヤレス電力伝送システム及び GPCP 等では、様々な周波数帯の電力及び通信等が用いられ、これらの各機器は屋内外の様々な環境に設置され、それぞれ個別の動作条件で運転される。これらから様々な漏えい電波が発生しているが、漏えい電波の強度が比較的高いと考えられる電気自動車用ワイヤレス充電システムにおいては、路側システム、自動車側システムの設置条件や充電制御状態等の様々な因子によって、他の機器に与える干渉影響が大きく異なってくることが想定される。

したがって、各機器の様々な動作状態や設置状態を正確に制御、把握した条件における漏えい電波が他の機器に及ぼす干渉影響を評価する必要がある。

そのため、本研究では、実際に複数の電気自動車用ワイヤレス充電システム及び GPCP 等を設置した実験環境を構築し、各機器の動作状態を正確に制御、把握した上で、それら各機器から発生する漏えい電波の強度と他の機器に及ぼす干渉影響を定量的に把握する。

イ 実環境再現技術の開発

実環境再現技術の開発では、漏えい電波の強度や電源系統への影響など様々なパラメータを変化しながら再現性が高い定量的評価を可能とする実験環境を実現する。そのために、まず、実環境分析技術で把握した GPCP の動作や電源系統への影響を再現する家庭内配線エミュレーターを構築する。次に、主に漏えい電波の強度が高い機器、例えば、ワイヤレス電力伝送システムを含む複数の波源から漏えい電波が空間に放射されることを模擬した空間放射エミュレーターを構築する。これにより、周波数、出力電力といった条件を変えながら干渉影響を再現することで、被干渉システムにおける影響の度合いを評価し、その結果を踏まえ改善や妥当性の確認を行うことができる環境を構築する。

到達目標

ア 実環境分析技術の開発

ワイヤレス電力伝送システムでは、屋外と屋内に設置される複数の形式のシステムを想定し、特に屋外に設置される電気自動車用ワイヤレス充電システムについては、周波数、出力電力を数段階に変化することが可能であり、また、複数の送受電コイル形式を選択できるシステムを用いる。各機器の動作状態を正確に制御、把握するシステムにおいては、各システム間を連携制御するための配線や無線通信が電波環境の分析に影響を及ぼさないように電磁的、電氣的に絶縁するように配慮する。その上で、移動可能な電磁界プローブとその位置を特定する技術、位置検出システムなどを組み合わせて、屋内外（屋外として家屋に隣接して設置される駐車場までを少なくとも含むこととする）の電磁界強度を3次元で測定し可視化する空間放射統計システムを開発して、各機器からの漏えい電波の強度を空間位置及び周波数の両面から分析する。電磁界強度の測定においては、与干渉及び被干渉システムの使用周波数帯を考慮し、100kHz～6GHzの電界成分（放射界）と、30kHz～30MHzの磁界成分（誘導界）を測定する。また、電源スイッチ方式による配線の差分等電力線の配線状況による影響も評価する。

さらに、HEMSの機器間連携通信システムなど3種類以上の無線通信システムの通信品質（ビットエラーレート等）を定量的に評価する方法を開発し、代表的な無線システムとして、特定小電力無線（920MHz帯）、携帯電話（800MHz、1.5GHz、2GHz帯）、無線LAN（2.4GHz、5.2GHz帯）に対する影響を評価する。また、GCPCであれば太陽光発電系や電力変換系の系統連系制御動作の変換効率、歪みなどの品質を評価する方法を開発し、実際の様々な動作条件における干渉影響を分析する。

干渉影響の分析においては、対象となる機器の分類方法として、電力の大きさを考慮した上で与干渉側機器及び被干渉側機器とに整理し、それらの組み合わせにおいて想定される課題を整理した上で、実際の評価を実施する組み合わせと評価項目を選定する。

イ 実環境再現技術の開発

家庭内配線エミュレーターでは、家庭内の電力線等の各種配線を模擬した電源システムを構築し、その電源システムにおいて、実環境分析技術で把握したGCPCの動作や電源システムへの影響を再現する。次に、各種機器からの漏えい電波が空間に放射することを模擬した空間放射エミュレーターの構築では、各装置の複数種類の周波数帯における漏えい電波によって生成される電磁界強度分布を模擬的に再現する。特に、ワイヤレス電力伝送システムの模擬については、送電コイルによる磁界波源を再現する。さらに、実環境分析技術において開発した空間放射統計システムを用いて、被試験機器近傍の漏えい電波の強度を空間位置及び

周波数の両面から分析し、実環境分析技術で把握した実際の環境の電磁界強度分布との差分を検証して、その差分を低減するように調整する。さらに、電源スイッチ方式による配線の差分等電力線の配線状況による影響も再現する。

なお、本実環境再現技術については、主要な部分を電波暗室内において構築し、さらに、各機器の動作状態を正確に制御、把握するシステムにおいては、各システム間を連携制御するための配線や無線通信が電波環境の分析に影響を及ぼさないように電磁的、電氣的に絶縁するように配慮する。

このような実環境再現技術を使用することで、周波数、出力電力といった条件を変えながら干渉影響を再現することで、被試験機器における影響の度合いを評価し、干渉影響を分析する。特に、被試験機器において運用される HEMS の機器間連携通信システム等については、代表的な無線システムとして、特定小電力無線(920MHz 帯)、携帯電話(800MHz、1.5GHz、2GHz 帯)、無線 LAN(2.4GHz、5.2GHz 帯)の通信品質(ビットエラーレート等)を定量的に評価する。

その上で、実環境分析技術の結果得られた実際の屋内外の設置環境における干渉影響の評価結果と、本実環境再現技術における評価結果とを比較することで、本技術の妥当性を検証する。

5. 実施期間

平成 24 年度

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。

あわせて学術会議や学術論文誌等においても上述と同様、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」及び平成 27 年度までの実用化・製品展開等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) 提案及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。

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。

＜基本計画書＞

周波数有効利用に資する次世代放送基盤技術の研究開発

1. 目的

放送・通信分野等において、ハイビジョンを超える飛躍的な画質の向上に資する超高精細映像（8K）技術の研究・開発が進展してきており、現在のハイビジョンを超える画質の映像の制作・表示に関する規格策定も進み、4Kに対応したカメラ、ディスプレイ、プロジェクタ等の製品化等も急速に進んでいる。さらに、超高精細映像は、その画質の精細さから、医療・建築・教育などの産業分野への応用や美術館での利用など、幅広い可能性を持っている。

諸外国においては、フランスの共同研究組織「4EVER」が2012年よりHEVCを利用した4K映像関連（番組制作、伝送網）の共同研究開発を開始し、韓国では2012年10月に地上波における4Kの実験放送を実施するなど、高画質化への取組が世界的にも加速している。

我が国においても、ハイビジョンを超える超高精細映像（8K）の研究が進められており、総務省は平成24年11月に「放送サービスの高度化に関する検討会」を開催し、この中で8Kに関する放送サービスや受信機器の実用化・普及に関するロードマップの策定を行っている。

このような状況を踏まえ、8K等のハイビジョンを超える超高精細映像配信が可能な衛星放送やHD映像配信が可能な次世代移動放送の実現に向けた取組を加速させる必要がある。これらの放送サービスを実現するためには、例えば、現在のBSデジタル放送の伝送方式での超高精細映像伝送を想定した場合には、さらなる周波数帯域の確保が必要となる。しかしながら、既に稠密に利用されている現下の周波数利用状況を鑑みると、現在放送業務に割り当てられている希少な周波数資源のより一層の有効利用を図るとともに、高い周波数帯（21GHz等）における利用を促進する必要がある。

本研究開発では、より伝送効率の高い変調方式等を用いることで伝送容量拡大を可能とする要素技術等を確立することにより、周波数の有効利用に資することを目的とする。

また、次世代移動放送の実現に向けて要素技術の研究開発が必要であるが、まずは地上放送の大容量化においても重要となる偏波MIMO（Multiple Input-Multiple Output）伝送技術に取り組むことを目的とする。

さらに、本研究開発により得られた成果に基づき、国内における8Kの放送サービス及び受信機等の普及に加え、国際標準化や放送コンテンツ及び受信機等の海外展開を通じた我が国の国際競争力強化を図る。

2. 政策的位置付け

- ・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「アクティブコミュニケーション戦略～堅牢・高性能な重層的ブロードバンドネットワークの展開～」において、「ホワイトスペースの周波数高度利用技術」等、「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。
- ・新たな情報通信技術戦略工程表（平成 24 年 7 月 4 日改訂 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部）

「3. (3) i) デジタルコンテンツ市場の飛躍的拡大」において、「超高精細・高臨場感映像技術の開発及び標準化」を推進する旨が記載されている。

3. 目標

現在の放送品質を大きく超える高精細、高臨場感（8K）映像技術等を用いた次世代放送を実現するため、伝送効率の高い変調方式や偏波 MIMO 技術による伝送容量拡大技術と最適な高圧縮・伝送効率向上技術等との組合せにより、十分な伝送容量を確保して映像の高品質を維持することが可能となる送受信基盤技術を確立することを目標とする。更に、高圧縮・伝送効率向上技術や伝送容量拡大技術を用いた伝送情報を受信するために必要となる高速復調技術等の受信性能改善技術の確立に向けた要素技術を検証する。これらにより、放送の高度化というニーズに応えつつ放送用周波数の有効利用に資することを目標とする。

また、これらの技術を世界に先駆けて開発することにより、当該研究開発により得られた成果に基づき、国際標準化を通じた我が国の国際競争力強化に資することを目標とする。

4. 研究開発内容

(1) 概要

本研究開発においては、衛星放送用周波数帯を用いてハイビジョンを大きく超える高精細、高臨場感な映像（8K）伝送等を実現するための基盤技術として、「伝送容量拡大技術」、「高圧縮・伝送効率向上技術」の研究開発等を行う。さらに、

次世代移動放送の実現に向けて、まずは地上放送の大容量化においても重要となる偏波 MIMO 技術のための「伝搬測定技術」の研究開発を行う。

(2) 技術課題および到達目標

技術課題

ア 伝送容量拡大技術の開発

アー 1 衛星放送に関する変復調技術の開発

テレビ等の固定型の受信機器向けの衛星放送に関して、超高精細映像等の膨大な情報量を効率良く伝送するためには、周波数利用効率を向上する技術の開発が重要である。しかし、衛星放送は、一般家庭での 45cm~60cm 程度の小型アンテナによる受信においても、一定以上のサービス時間率を達成することを念頭に置く必要がある。また、伝送方式においては、衛星中継器の非線形増幅や帯域制限フィルタによる振幅特性及び群遅延特性の影響を考慮する必要がある。これらを踏まえた上で、多値変調を用いた伝送容量の拡大とともに、周波数利用効率の向上手段として、シンボルレートの拡大を目標とする。具体的には、高速変復調装置を開発し、衛星中継器特性を考慮した評価を行い、本方式の有効性を確認する。

アー 2 地上放送に関する伝搬測定技術の開発

地上放送に関して、超高精細映像等の膨大な情報量を効率良く伝送するためには、周波数利用効率を向上する技術の開発が重要である。地上放送の場合の周波数利用効率向上手段として、直交する 2 つの偏波を同時に使用する偏波 MIMO 伝送技術を適用し、放送システムとして実用化する際の回線設計に資するため、見通し及び見通し外環境での中・長距離伝搬における偏波 MIMO 伝搬路の特性を研究・把握する。

イ 高圧縮・伝送効率向上技術の開発

超高精細映像等の伝送の実現には、誤り訂正技術等もあわせた高圧縮・伝送効率向上技術の高度化が重要である。また、高圧縮・伝送効率向上技術の高度化には、中核的な技術となる次世代の圧縮符号化方式の HEVC 規格について、放送用はもちろんのこと素材伝送用の HEVC 規格の国際標準化の動向も注視して研究開発を行うことが必要である。

テレビ等の受信機器向けの放送用の超高精細映像の高圧縮・伝送効率向上技術の開発にあたり、超高精細映像の標準動画を制作し、圧縮率等の条件を様々な変化させて符号化実験を行い、複数の評価者を用いた主観的な画質評価により、復号した映像品質の比較実験を行う。

更に、この評価により得られた超高精細映像による放送画質の要求条件を設定し、課題アの伝送容量拡大技術と組み合わせ、所要の品質を確保する最も効果的な方法により、周波数の有効利用を実現する高圧縮・伝送効率向上技術を

確立する。

到達目標

ア 伝送容量拡大技術の開発

アー 1 衛星放送に関する変復調技術の開発

テレビ等の固定型の受信機器向けの衛星放送に関しては、現在の BS デジタル放送で採用している従来手法に比べて、2 倍程度の情報レート、15%以上のシンボルレートの拡大となる技術の開発を目標とする。その上で、衛星放送サービスの要求条件を考慮した多値変調技術等について実装評価により検証し、最適な変復調技術を実現する。

アー 2 地上放送に関する伝搬測定技術の開発

地上放送に関しては、偏波 MIMO 伝送を用いた地上放送の実現を目指して、偏波 MIMO 伝搬路の特性測定、解析技術を開発し、見通し及び見通し外環境での数 km～数十 km 程度の中・長距離伝搬における偏波 MIMO 伝搬路の基礎特性の取得を目標とする。

イ 高圧縮・伝送効率向上技術の開発

超高精細映像の放送画質の要求条件を設定し、これを満足する最小の帯域で所要の品質を確保する最も効果的な圧縮方法等について、従来方式 (MPEG-2) の 4 倍程度の伝送効率となる高圧縮・伝送効率向上技術の開発を目標とする。

5. 実施期間

平成 24 年度

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」及び平成 32 年度までの実用化・製品展開等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。

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。