

＜基本計画書＞

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

1. 目的

近年、M2M (Machine-to-Machine)、IoT (Internet-of-Things) の環境整備に伴いクラウドサービスやビック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の実現が期待されている。

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、60GHz 帯 (57GHz～66GHz 4 チャンネル) が国際的に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等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高速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 1 対 1 (P-P) 通信には適するものの、店舗、駅等の公共エリア (屋外) において利用が想定される大容量の 1 対多 (P-MP) 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る。例えば、店舗などで、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、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求められる。さらに、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が同一エリアに存在する場合における干渉回避技術も必要とされる。

我が国において 60GHz 帯は高出力化について検討段階に入っており、今後、急速に 60GHz 帯を使用するシステムが普及するにつれて、同一システム間及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。

これらの状況を踏まえ、本研究開発では、60GHz 帯における隣接チャンネルの同時使用や、同一チャンネルを用いたチャンネル多重化、送信電力の大きく異なる異種システムとの共存等を実現する高度多重化干渉制御技術等を確立し、60GHz 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。

3. 目標

本研究開発により、3m 以上の通信距離においてデバイス間の離隔距離 1m 以下での 4 チャンルの同時使用、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、Wi-Fi 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得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. 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。特に、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ン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ン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、60GHz 帯を用いる近接システムが同一エリアで利用される場合において、近接システムの送信電力レベルが小さいために、近距離システムが近接システム

の存在を検出できず、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、チャンネル間の干渉を推定して、最適なアンテナ指向性選択やチャンネル配置を適応的に制御することで 60GHz 帯に割り当てられた 4 チャンネルを有効的に活用するチャンネル間干渉適応制御技術の開発、およ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. 適応無線チャンネル多重化技術の開発

60GHz 帯においては、利用可能なチャンネル数が 4 チャンネルと限られている。そのため、多数のユーザが存在する店舗やオフィス等の密環境下においてミリ波通信を行う場合には、限られたチャンネルを時分割共有する必要がある。その結果、スループットが低下し、利用用途が制限される。

この課題解決のため、同一チャンネルにおいて最大 4 ユーザの同時使用を実現する。そのために、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機能を小型端末でも搭載可能とするための簡易なアンテナ指向性制御技術を開発する。これには、過去の電波利用料研究開発の成果であるアンテナ指向性制御技術を使用し、平成 24 年度補正予算案件の成果である、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等を適用する。さらに、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ることで、チャンネル推定精度を緩和する等により、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、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)が低下傾向にあるため発振器の位相雑音を低減することが難しい。さらに、無線機の受信系においては、広帯域の変調信号を取り扱うため、AD 変換器のオーバーサンプリング比が 2 倍以下と低くなり、隣接チャンネルからの干渉に加えて、サンプリング時の隣接チャンネル成分の折り返しによる干渉が発生する。一方、送信系においても、DA 変換器のオーバーサンプリング比が低いために、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。これらの要因により、送信信号および受信信号の品質が劣化するために、多値変調を用いた高速通信の実用化が困難となっている。

以上の課題を解決するため、受信系において、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を開発する。送信系においては、低オーバーサンプリング比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. チャンネル/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、3m 以上の通信距離においてデバイス間の離隔距離 1m 以下で 4 チャン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) チャンネル間干渉回避技術の開発

受信信号強度に加えて、ユーザ間の干渉量を推定するための干渉推定方式及び推定アルゴリズムを開発し、アンテナ指向性を選択する際に、ユーザ間干渉を含めて SINR(信号対干渉雑音比)の最適化を図ることで、隣接チャンネルの同時利用を可能とし、周波数の利用効率を向上させる。

(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

近接システムと近距離システムの混在環境で、近接システムが近距離システムに対して著しいスループット低下を与えないために、近接システムのトラフィック等の通信状態を考慮したチャンネル選択または帯域シェアを行う近接システムを試作し、近距離システムとの共存の技術を確立する。

イ. 適応無線チャンネル多重化技術の開発

同一周波数帯において最大 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) 簡易アンテナ指向性制御技術の開発

互いに近接した結合アンテナの負荷など制御することにより、モバイル機器にも搭載可能な小型で低消費電力のアンテナ制御技術を確立する。また、信号対雑音比、信号対干渉比を最大化するためのアンテナ理論を構築する。

(b) 適応多重化信号処理技術の開発

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等により、モバイル機器にも搭載可能な多重化信号処理アルゴリズムを開発し、同一チャンネルにおいて最大 4 ユーザの多重化を実現する。

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(2.16GHz 帯域幅、16QAM 以上)を超える伝送速度で 3m 以上の通信距離を実現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により干渉信号成分をキャンセルすることで、隣接チャ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。

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位相雑音を抑圧するノイズキャンセル技術を実現する。

(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比においても効果的に歪みを補償し得る信号処理アルゴリズムとパワーアンプ回路技術を実現することを目標とする。

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。

(例)

<平成26年度>

ア. チャネル/システム間干渉回避技術の開発

- ・ チャネル間干渉の実測評価系の構築、およびチャネル間干渉詳細データの取得
- ・ ネットワークシミュレータを用いたアンテナ指向性制御およびチャネル間干渉回避アルゴリズムの詳細設計、有効性の検証
- ・ システム間干渉回避の試験機器の設計、試作、実験

イ. 適応無線チャネル多重化技術の開発

- ・ 簡易アンテナ指向性制御の単体アンテナ素子の設計、試作、詳細データの取得
- ・ 多重化信号処理アルゴリズムの実験系の構築、アルゴリズムの詳細設計

ウ. 干渉抑圧信号処理技術の開発

- ・ 干渉キャンセル信号処理の試験機器の設計、試作、アルゴリズムの詳細設計
- ・ ノイズキャンセルアルゴリズムの実験系の構築、アルゴリズムの詳細設計
- ・ 超広帯域歪み補償の実験系の構築、歪み補償アーキテクチャおよびアルゴリズムの詳細設計

<平成27年度>

ア. チャネル/システム間干渉回避技術の開発

- ・ チャネル間干渉回避の実証実験装置の設計、試作、技術実証
- ・ システム間干渉回避の実証実験装置の設計、試作、技術実証
- ・ チャネル間干渉回避とシステム間干渉回避技術を組み合わせた統合実証実験、干渉回避性能の評価

イ. 適応無線チャネル多重化技術の開発

- ・ 簡易アンテナ指向性制御のアンテナ素子アレーの設計、試作
- ・ 適応多重化信号処理技術の実証実験装置の設計、試作
- ・ 屋内環境実験による技術実証

ウ. 干渉抑圧信号処理技術の開発

- ・ 干渉キャンセル信号処理の実証実験装置の設計、試作、技術実証、
アンテナ指向性制御機能を備えた CMOS チップと無線モジュールの設計、試作、
詳細データの取得
- ・ ノイズキャンセルアルゴリズムの実証実験装置の設計、試作、技術実証
- ・ 超広帯域歪み補償の実証実験装置の設計、試作、技術実証

エ. 総合評価

アからウの複数の技術を組み合わせた統合実験、干渉抑圧と干渉回避性能の総合評価

5. 実施期間

平成26年度から平成27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、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。