＜基本計画書（案）＞

多数デバイスを収容する携帯電話網に関する高効率通信方式の研究開発

１．目的

第５世代移動通信システム(5G)は、超高速、低遅延、多数接続等がシステム要件とされ、その実現に向けた研究開発が世界各国で進められている。特に、従来の移動通信システムと異なり、IoT の基盤となることが期待されており、膨大な数の端末が基地局に接続されるとともに、多種多様なサービスが提供されることが見込まれている。

このため、5G においては、求められるサービス品質（QoE：Quality of Experience）も多様化することが想定されるため、それぞれのサービス品質（QoE）に応じた回線品質の割当てを実現する技術が必要となる。

また、多数接続とともに、自動走行のような低遅延を必要とするサービスの提供も期待されており、基地局と同時接続可能な端末数の増加を実現しつつ低遅延を実現する技術が必要となる。

このような背景を踏まえ、2020 年頃の 5G の実現に向けて、多数接続・低遅延を実現する多数デバイスを収容する携帯電話網に関する高効率通信方式の研究開発を実施する。

２．政策的位置付け

・世界最先端 IT 国家創造宣言（平成 27 年６月 30 日閣議決定）

「Ⅲ．３．（７）2020 年東京オリンピック・パラリンピック競技大会等の機会を捉えた最先端のIT利活用による「おもてなし」の発信」において「第５世代移動通信システムの実現等について、社会全体のIT化を進展させ、最先端のIT利活用による「おもてなし」を提供し、広く世界に発信することにより、産業競争力の強化を図る」旨の記載、「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」旨の記載あり。

・世界最先端 IT 国家創造宣言　工程表（平成 25 年６月 14 日決定、平成 27 年６月 30 日改定、高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部）

「５．（２）世界最高水準の IT インフラ環境の確保」において「【短期（2015 年度）】〇通信ネットワークインフラの推進」では「第５世代移動通信システムに求められる多様なニーズに対応するための研究開発等を推進する」、「【中期（2016 年度～2018 年度）】及び【長期（2019 年度～2021 年度）】〇通信ネットワークインフラの推進」では「第５世代移動通信システムの実現に向けた周波数の高度利用等を可能とする研究開発及び 5G システム総合実証を推進する」旨の記載あり。

３．目標

5G では、膨大な数の端末が基地局に接続されるとともに、多種多様なサービスが提供されることが見込まれている。

このため、低遅延を必要としないベストエフォート型のサービスと低遅延を必要とするギャランティ型のサービスが混在する環境において、それぞれのサービスの所要水準を満たす接続端末数を増加させるため、サービス品質（QoE）確保に必要な通信性能と優先度に合わせた無線リソース制御を実現するアルゴリズムを確立するための研究開発を行う。サービス品質（QoE）が所要水準を満たすギャランティ型のサービスセッション数の割合を、従来の主要な無線スケジューリング方式であるProportional Fairness方式を用いた場合と比較して２倍以上とすることを目標とする。

また、膨大な数の端末を基地局に接続するとともに、低遅延を必要とするサービスに対応するため、多数接続と低遅延を可能とするコンテンションベースの無線アクセス技術に関する研究開発を行う。無線リソース要求や送信許可の制御情報が必須であるノンコンテンションベースの第４世代移動通信システムの無線アクセス技術を用いた場合と比較して、空中線の数を変更せず、同一周波数・時間で基地局と同時接続可能な端末数を３倍以上、遅延時間を５ms 以下とすることを目標とする。

４．研究開発内容

(1) 概要

Web ブラウジングや動画像のストリーミング配信等の必ずしも低遅延を必要としないベストエフォート型のサービスと、自動走行車（時速 35km 程度を想定）のような低遅延を必要とするギャランティ型のサービスが混在する環境において、各端末のサービス品質（QoE）確保に必要な通信性能と優先度に合わせた無線リソース制御を実現するアルゴリズムを確立するための研究開発を行う。

また、センサーなど膨大な数のモノが接続される IoT 環境において、多数接続と低遅延を実現するため、無線リソース要求や送信許可の制御なしに送信を行うコンテンションベースの無線アクセス技術に関する研究開発を行う。

(2) 技術課題および到達目標

技術課題

ア　多数接続に資するスケジューリングアルゴリズムに関する研究開発

Web ブラウジングや動画像のストリーミング配信等の必ずしも低遅延を必要としないベストエフォート型のサービスと、自動走行車（時速 35km 程度を想定）のような低遅延を必要とするギャランティ型のサービスが混在する環境において、それぞれの端末のサービス品質（QoE）が所要水準を満たすためには、サービス間の優先順位、それぞれのサービスの状況に応じた優先順位等を総合的に判断した上で、最終的な優先順位付けを行うことが必要である。このため、基

地局において、刻一刻と変化する端末のサービス要求等の様々な情報を収集し、各端末の状況をリアルタイムかつ正確に把握することが課題となる。

この課題を解決するため、低遅延を必要としないベストエフォート型のサービスと低遅延を必要とするギャランティ型のサービスが混在する環境において、基地局に接続された各端末のサービス品質（QoE）の確保に必要な通信性能と優先度をリアルタイムに推定し、その優先度に合わせた無線リソース制御を実現するアルゴリズムを確立するための研究開発を行う。

イ　多数接続と低遅延を可能とするコンテンションベースの無線アクセス技術に関する研究開発

センサーなど膨大な数のモノが接続されるIoT環境において、無線リソース要求や送信許可の制御なしに通信を行うコンテンションベースの無線アクセス技術は、制御情報を送信せずに通信を行うことで、多数接続と低遅延を可能とする技術であるものの、接続する端末数が増加すると信号の衝突確率が上昇するため、多数接続時における信号衝突の効率的な検出を行うことが課題となる。

この課題を解決するため、多数接続と低遅延を両立する送信端末識別技術と干渉抑圧・除去技術を備えたコンテンションベースの無線アクセス技術に関する研究開発を行う。

到達目標

ア　多数接続に資するスケジューリングアルゴリズムに関する研究開発

Web ブラウジングや動画像のストリーミング配信等の必ずしも低遅延を必要としないベストエフォート型のサービスと、自動走行車（時速35km程度を想定）のような低遅延を必要とするギャランティ型のサービスが混在する環境において、サービス品質（QoE）が所要水準を満たすギャランティ型のサービスセッション数の割合を、従来の主要な無線スケジューリング方式であるProportional Fairness方式を用いた場合と比較して２倍以上とすることを目標とする。

イ　多数接続と低遅延を可能とするコンテンションベースの無線アクセス技術に関する研究開発

センサーなど膨大な数のモノが接続されるIoT環境において、無線リソース要求や送信許可の制御情報が必須であるノンコンテンションベースの第４世代移動通信システムの無線アクセス技術を用いた場合と比較して、空中線の数を変更せず同一周波数・時間で基地局と同時接続可能な端末数を３倍以上[※1]、遅延時間を５ms以下[※2]とすることを目標とする。

※１　現在、空中線１本、同一周波数・時間の場合、同時接続可能な端末数は１台。この同時接続可能な端末数を３倍以上とすることを目標とする（空中線１本あたり３台以上)。

※２　「REPORT ITU-R M.2134 Requirements related to technical performance for IMT-Advanced radio interface(s)」では、IMT-Advanced のユーザープレーンの遅延時間を「端末／基地局の IP 層で SDU (service data unit) パケットが利用でき

る状態から、基地局／端末のIP層でこのパケット（PDU（protocol data unit））が利用できる状態までの一方向の通過時間」と定義し、これを10ms以下とすることが規定。この遅延時間を５ms以下と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毎年度の目標については、以下の例を想定しているが、提案する研究計画に合わせて設定して良い。

（例）

＜平成２８年度＞

ア　多数接続に資するスケジューリングアルゴリズムに関する研究開発
- スケジューリングアルゴリズムの方式検討、試作
- スケジューリングアルゴリズムを実装する基地局システムの試作に関する検討
- サービス品質（QoE）の評価システムの検討

イ　多数接続と低遅延を可能とするコンテンションベースの無線アクセス技術に関する研究開発
- コンテンションベースの通信方式を実現する送信端末識別技術及び干渉抑圧・除去技術の基本検討
- シミュレーションによる評価

＜平成２９年度＞

ア　多数接続に資するスケジューリングアルゴリズムに関する研究開発
- スケジューリングアルゴリズムを実装する基地局システムの試作
- サービス品質（QoE）の評価システムの作成、評価システムによる評価

イ　多数接続と低遅延を可能とするコンテンションベースの無線アクセス技術に関する研究開発
- コンテンションベースの通信方式を実現する送信端末識別技術及び干渉抑圧・除去技術の実験装置の試作、評価
- 実証実験と各技術の総合評価

＜平成３０年度＞

ア　多数接続に資するスケジューリングアルゴリズムに関する研究開発
- スケジューリングアルゴリズムの改良、パラメータの最適化
- スケジューリングアルゴリズムを実装する基地局システムの改良
- サービス品質（QoE）の評価システムによる総合評価

イ　多数接続と低遅延を可能とするコンテンションベースの無線アクセス技術に関する研究開発
- コンテンションベースの通信方式を実現する送信端末識別技術及び干渉抑圧・除去技術の実験装置の改良

・　実証実験と各技術の総合評価

５．実施期間
　平成２８年度から３０年度までの３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とともに国際標準化機関の検討グループの議長等の先導的地位を確保して積極的に貢献するものとする。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３５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。

③研究開発成果の情報発信
　本研究開発で確立した技術の普及啓発活動を実施すると共に、総務省が別途指定する成果発表会等の場において研究開発の進捗状況や成果について説明等を行うこと。

（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とともに、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。また、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。
　なお、「４．（２）技術課題および到達目標」において、技術課題ごとに目標とする諸元を記載しているが、検討の目安として記載したものである。したがって、提案に当たっては、提案者が目標とする性能や現行技術による性能、実現方法等について、できるだけ詳細に、その根拠とともに記載すること。特に、技術課題アについては、優先度に合わせた無線リソース制御を実現するアルゴ

リズムについて具体的な内容をできるだけ詳細に記載すること。また、到達目標の「ギャランティ型のサービス」について、２以上のサービスモデルを設定し、その具体的な内容を記載するとともに、「サービス品質（QoE)」が何を表すかをできるだけ詳細に分かりやすく記載すること。

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いただくと共に、実際の研究開発の進め方について適宜指導をいただくため、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。また、第５世代移動通信システムの研究開発課題として平成 27 年度から開始している「超高密度マルチバンド・マルチアクセス多層セル構成による大容量化技術の研究開発」、「高周波数帯・広帯域超多素子アンテナによる高速・低消費電力無線アクセス技術の研究開発」、「複数移動通信網の最適利用を実現する制御基盤技術に関する研究開発」、及び平成 28 年度から開始する「第５世代移動通信システムにおける無線アクセスシステムの相互接続機能に関する研究開発」と十分に連携を図りながら進めること。

なお、本研究開発の成果については、「第５世代モバイル推進フォーラム」が促進する平成 29 年（2017 年）（予定）から実施予定の 5G システム総合実証にも適用し有効性を確認すること。