

＜基本計画書＞

移動通信システムにおける周波数の高度利用に向けた要素技術の研究開発
～ 複数周波数帯の動的利用による周波数有効利用技術の研究開発 ～

1. 目的

我が国においては、移動通信分野における通信量の爆発的な増加（平成 19 年から平成 29 年までの間に 200 倍に増加する見込み）への対応や、娯楽・教育・医療・生産・物流・交通等の多様な分野における電波を利用した新サービス・新ビジネスの創出等、電波利用ニーズの拡大・多様化が急速に進展しつつある状況にある。そのため、電波の有効利用の一層の促進を図る必要があり、有限希少な電波を空間的・時間的にさらに高密度に利用することが重要になってくる。

携帯電話システムについては、既に UHF 帯の周波数帯において割当てがあり、今後、さらにいくつかの周波数帯において追加の割当てが予定されているが、現在の技術では追加の割当てを行ったとしても予測されている通信量の爆発的な増加には対応できない状況である。

これらの状況を踏まえ、特に携帯電話システムにおいて、ネットワーク容量の増大を図るための手段として、従来の周波数分割複信（FDD）方式に加えより柔軟に送受信に周波数を割り当てられる時分割複信（TDD）方式も用いることができる可搬型基地局を導入することにより、FDD 方式用の帯域を確保できない場合には優先度に応じて TDD 方式を利用して通信を行い、FDD 方式用の帯域を確保できた場合には FDD 方式を用いて通信を行う等、TDD 方式と FDD 方式を共存させること等が求められる。

また、緊急災害時等においては、TDD 方式と FDD 方式の両方式を適用可能な可搬型基地局を導入することにより、通信ネットワークの迅速な復旧・再構築にも寄与することが見込まれる。

本研究開発では、可搬型基地局や端末が連携して、空き周波数・干渉量等を検知し、通信距離や優先度に応じて FDD 方式と TDD 方式を使い分ける技術について検討を行い、電波の有効利用に資することを目的とする。また、当該技術の実現のため、既存基地局によるネットワークと可搬型基地局によるネットワークが連携し共存するために必要な技術等の研究開発についても併せて行う。

2. 政策的位置付け

- ・新たな情報通信技術戦略（平成 22 年 5 月 11 日 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部）

Ⅲ. 分野別戦略

3. 新市場の創出と国際展開

- (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

【重点施策】

- 我が国が強みを持つ情報通信技術関連の研究開発を重点的に推進し、

早期の市場投入を目指す。

【具体的取組】

今後、世界的な成長が期待され、我が国が強みを有する技術分野（新世代・光ネットワーク、次世代ワイヤレス、（中略）等）を特定して集中的に研究開発を行う（以下、略）

- ・ 新たな情報通信技術戦略 工程表（平成 23 年 8 月改訂 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部）

2. (4) i) 地域の活性化

○ホワイトスペース等を活用した市民メディアの全国展開

総務省：2010 年に策定したホワイトスペースの活用のための推進方策に基づき、地域特性に応じたサービスやシステムの実現を目指した実証などを行い、この結果を踏まえ、2011 年度に環境整備を行う。

- ・ 新成長戦略（平成 22 年 6 月 閣議決定）

別表 成長戦略実行計画（工程表）「V 科学・技術・情報通信立国戦略 ～ IT 立国・日本～②」において、「ホワイトスペースなど新たな電波の有効利用」等により、「情報通信技術の徹底的な利活用による新市場の創出（約 70 兆円の関連新市場の創出を目指す）」旨を記載

- ・ 次期電波利用料の見直しに関する基本方針（平成 22 年 8 月 総務省）

II 次期電波利用料の見直しのポイント

(2) 電波の共同利用促進

有限希少な電波を空間的・時間的にさらに稠密に利用するため、ホワイトスペースの活用を図るための環境整備のために必要な施策（研究開発等）を実施

(3) 研究開発・実証実験・国際標準化の推進

電波の更なる効率的利用、電波技術の国際競争力確保の観点から、研究開発、実証実験、国際標準化を推進

- ・ 「新たな電波の活用ビジョンに関する検討チーム」報告書（平成 22 年 8 月 総務省）

第 5 章 ホワイトスペース活用の実現に向けて

4. 制度的課題、技術的課題の解決に向けた取組

(2) 研究開発の促進

① ホワイトスペース活用的高度化に向けた研究開発の促進

我が国においても、スペクトラムセンシング技術やダイナミックスペクトラムアクセス技術等、複数の周波数帯を動的に使用することを可能とし、既存システム等との混信防止を確立するような技術を開発するための研究

開発を促進し、更なる電波の有効利用を図ることが必要。

④ 国際標準化活動への貢献

日本におけるホワイトスペースの活用と乖離した標準化が進められた場合、国際展開が困難となり、日本の国際競争力強化の機会を失うため、官民学が連携した国際標準化活動への積極的な参加を推進し、日本における研究開発や実証実験の結果を標準化に適切に反映していくことが必要

3. 目標

複数の周波数帯を動的に利用し、必要に応じ周波数・送信電力・無線アクセス方式等の無線パラメータを動的に再構築する無線パラメータ動的再構築技術や、既存基地局との間で周波数干渉を減らしつつ、利用者が所望するスループットを実現できる可搬型基地局用再構築可能無線機構成技術、端末側無線機構成技術等の周波数高度利用技術の確立を図り、ネットワーク全体の周波数の利用効率の一層の向上を図ることを目標とする。そして最終的に現在 UHF 帯（700MHz-960MHz 等）で割り振られつつある携帯電話システム用途の周波数帯域（100 数十 MHz）に加え、新たに 30MHz 以上の利用可能な周波数を携帯電話システム以外の周波数で創出するために必要となる基地局、端末、無線パラメータ再構築、管理技術を確立する。

4. 研究開発内容

(1) 概要

携帯電話系システムにおける通信量の爆発的な増加に対応するため、FDD 方式と TDD 方式の両方式に対応した可搬型基地局と端末を状況に応じて高度に活用することにより、基地局間の周波数干渉による通信スループット減少を軽減し、携帯電話ネットワーク全体の通信容量を増大させ、周波数の有効利用を図る技術の研究開発を実施する。

(2) 技術課題および到達目標

技術課題

ア 無線パラメータ動的再構築技術

移動通信システム用可搬型基地局を、様々な周波数帯において、我が国の携帯電話システムに多く使われている FDD 方式のほか、単一周波数でも動作する TDD 方式にも対応できるよう、基地局間の周波数干渉量、周波数の利用状況やユーザーの要求条件（伝送速度、レイテンシー等）、ユーザー数等に応じて、周波数、送信電力等の無線パラメータを管理するための無線パラメータ動的再構築技術の研究開発を実施する。

イ 可搬型基地局用再構築可能無線機構成技術

キャリアセンス、周波数の利用状況の特徴抽出等を行うことにより、周囲の電波環境及び無線局情報を取得し、様々な周波数帯において利用可能とするこ

とで、利用者が所望するスループットを実現できる可搬型基地局用再構築可能無線機構成技術の研究開発を実施する。

可搬型基地局にあたっては、上り・下りのペア周波数が確保できる場合には FDD 方式を選択し、単一の空き周波数しか確保できない場合には TDD 方式で通信できるようにするための技術を開発し、課題アで開発された無線パラメータ動的再構築技術と連携し、可搬型基地局を周波数の利用状況に応じて適切に配置することで、隙間帯域を効率的に利用できる可搬型基地局を開発する。

ウ 端末側無線機構成技術

課題ア及びイの技術により様々な周波数帯において FDD 方式又は TDD 方式の両方式に対応できる可搬型基地局と接続することができ、かつ、既存基地局(3G/FDD-LTE/WiMAX 等)とも接続可能な端末の開発に資する端末側無線機構成技術に関する研究開発を実施する。

エ 基地局間トラヒック最適制御技術

課題ア及びイの技術により様々な周波数帯において FDD 方式又は TDD 方式の両方式に対応できる可搬型基地局と既存基地局により構成されたネットワークにおいて、それぞれの基地局における周波数管理、送信パワー管理、干渉制御、トラヒック量制御等を基地局間の連携を行うことで実現し、ネットワーク全体として周波数利用効率の向上を目指す基地局間トラヒック最適制御技術の研究開発を実施する。

オ 無線パラメータ管理プラットフォーム技術

複数周波数の動的利用を実現するために、可搬型基地局等の無線パラメータと、基地局間の干渉状況やネットワーク全体の通信容量の関係等の情報のデータベースを構築し、当該情報の蓄積・利用技術の実現方式として、高信頼性・高可用性を可能とするネットワーク分散型の無線パラメータ管理プラットフォーム技術を確立する。

また、上述課題の技術の性能確認に関する統合的な評価については、テストベッド等の実環境に適用することにより実施する。

到達目標

3G/FDD-LTE/TDD-LTE 等の用途で、現在 UHF 帯(700MHz-960MHz 等)で割り振られつつある携帯電話システム用途の周波数帯域(100 数十 MHz)に加え、新たに 30MHz 以上の利用可能な周波数を携帯電話システム以外の周波数で創出するために必要となる基地局、端末、無線パラメータ再構築、管理技術を確立する。更に、これらの技術の国際標準化に向けた活動を行う。

個別の技術目標を以下に示す。

ア 無線パラメータ動的再構築技術

- ・ 400MHz-900MHz 帯にわたり基地局間の周波数干渉量、周波数の利用状況やユーザーの要求条件（伝送速度、レイテンシー等）、およびユーザー数等を取得可能であり、その取得した情報を基に周波数、送信電力等の無線パラメータを変更可能なFDD/ TDD方式共用可搬型基地局に搭載可能な処理量をもつ動的再構築技術の確立。

イ 可搬型基地局用再構築可能無線機構成技術

- ・ アの技術を搭載することを前提に、必要に応じてFDD方式とTDD方式を切り替えることができ、400MHz-900MHz帯で利用可能な可搬型基地局構築技術の確立。

ウ 端末側無線機構成技術

- ・ イで設計した基地局と連動して動作させることができる端末に必要となる400MHz-900MHz帯で利用可能な端末側無線機構成技術（基地局との連携方法、基地局再構築時の追従方法等）の確立。

エ 基地局間トラヒック最適制御技術

- ・ イにより開発された可搬型基地局および既存基地局により構成されたネットワークとの間で周波数管理、送信パワー管理、干渉制御、トラヒック量制御を行うことができる基地局間トラヒック最適制御技術の確立。

オ 無線パラメータ管理プラットフォーム技術

- ・ FDD方式とTDD方式の共存した無線パラメータの収集、利用ユーザーの管理を行うための高速かつ高信頼性・高可用性・拡張性を持ったネットワーク分散型による無線パラメータ管理プラットフォーム技術の確立。

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24年度>

ア 無線パラメータ動的再構築技術

基地局間の周波数干渉量、周波数の利用状況やユーザーの要求条件（伝送速度、レイテンシー等）、およびユーザー数等を取得可能であり、その取得した情報をもとに周波数、送信電力等の無線パラメータ変更な処理アルゴリズムをFDD-LTE/ TDD方式（TD-LTE 又はWiMAX）可搬型基地局（フェムトセル基地局）に搭載可能な処理量で設計し、基礎試作装置を開発する。

イ 可搬型基地局用再構築可能無線機構成技術

アの技術を搭載することを前提に、必要に応じて FDD-LTE 方式と、TDD 方式 (TDD-LTE 又は WiMAX) 方式を切り替えて通信可能な可搬型基地局を設計し、基礎試作装置を開発する。

ウ 端末側無線機構成技術

イで設計した基地局と連動して動作させることができる端末の構成方法、および必要となる要素技術 (基地局との連携方法、基地局再構築時の追従方法) に関して設計を行い、基礎試作装置を開発する。

エ 基地局間トラヒック最適制御技術

FDD-LTE と TDD 方式 (TDD-LTE 又は WiMAX 方式) ネットワークとの間で周波数管理、送信パワー管理、干渉制御、トラヒック量制御を行うことができるネットワーク機構について設計を行い、その特性/効果について計算機シミュレーションにより評価を行う。

オ 無線パラメータ管理プラットフォーム技術

FDD 方式と TDD 方式の共存した無線パラメータの収集、利用ユーザーの管理を行うための高速かつ高信頼性・高可用性・拡張性を持ったネットワーク分散型による無線パラメータ管理プラットフォーム技術についての検討を行い、基礎試作装置を設計・開発する。

- ・無線パラメータの検討
- ・サーバ数台程度の分散処理規模による基礎試作装置の開発
- ・テストベッド環境の提供

<平成25年度>

ア 無線パラメータ動的再構築技術

前年度に試作した装置を評価するとともに、処理アルゴリズムを、イで開発する装置に組み込み、無線パラメータ可変再構築可能可搬型基地局の試作装置を開発する。

イ 可搬型基地局用再構築可能無線機構成技術

前年度に試作した装置を評価するとともに、アと同じ項目をすすめ、それ以外にも消費電力を少なくできるプロセッサの利用を検討し、FDD-LTE 方式と、TDD 方式 (TDD-LTE 又は WiMAX) 方式を切り替えて通信可能な可搬型基地局を設計し、二次試作装置を開発する。

ウ 端末側無線機構成技術

前年度に試作した装置を評価するとともに、利用可能な周波数を拡大可能な、

端末利用可能な高周波構成方法についての検討を行い、設計を行う。

エ 基地局間トラヒック最適制御技術

前年度設計した機構をもとに、FDD-LTE と TDD 方式 (TD-LTE 又は WiMAX 方式) ネットワークを接続したネットワーク構築の基礎試作を行う。

オ 無線パラメータ管理プラットフォーム技術

前年度に試作した装置を評価するとともに、課題ア、課題イ、課題ウ及び課題エの成果を利用しつつ連動可能な無線パラメータ管理プラットフォームの設計、試作を行う。

- ・各課題との連動機能技術、接続インタフェースの開発
- ・サーバ10台以下の規模での分散処理を可能とする無線パラメータ管理プラットフォームとの設計、試作
- ・テストベッド環境での評価・検証

<平成26年度>

ア 無線パラメータ動的再構築技術

課題ア、課題イ、課題ウ及び課題エを統合させた総合試験装置を設計/試作するとともに、フィールドにおける試験、又はそれに準ずる負荷試験を行い、当該技術の特性を評価することにより、達成目標に対する達成度を具体的な数値で証明する。また、既存のシステムと比較してどの程度の周波数有効利用が図れるのかについても、併せて評価する。

イ 可搬型基地局用再構築可能無線機構成技術

課題ア、課題イ、課題ウ及び課題エを統合させた総合試験装置を設計/試作するとともに、フィールドにおける試験、又はそれに準ずる負荷試験を行い、当該技術の特性を評価することにより、達成目標に対する達成度を具体的な数値で証明する。また、既存のシステムと比較してどの程度の周波数有効利用が図れるのかについても、併せて評価する。

ウ 端末側無線機構成技術

課題ア、課題イ、課題ウ及び課題エを統合させた総合試験装置を設計/試作するとともに、フィールドにおける試験、又はそれに準ずる負荷試験を行い、当該技術の特性を評価することにより、達成目標に対する達成度を具体的な数値で証明する。また、既存のシステムと比較してどの程度の周波数有効利用が図れるのかについても、併せて評価する。

エ 基地局間トラヒック最適制御技術

課題ア、課題イ、課題ウ及び課題エを統合させた総合試験装置を設計/試作

するとともに、フィールドにおける試験、又はそれに準ずる負荷試験を行い、当該技術の特性を評価することにより、達成目標に対する達成度を具体的な数値で証明する。また、既存のシステムと比較してどの程度の周波数有効利用が図れるのかについても、併せて評価する。

オ 無線パラメータ管理プラットフォーム技術

課題ア、課題イ、課題ウ及び課題エを統合させた総合試験装置を設計/試作するとともに、フィールドにおける試験、又はそれに準ずる負荷試験を行い、当該技術の特性を評価することにより、達成目標に対する達成度を具体的な数値で証明する。また、既存のシステムと比較してどの程度の周波数有効利用が図れるのかについても、併せて評価する。

- ・サーバ10台以上の規模での総合試験装置の開発
- ・フィールド試験・負荷試験による特性評価
- ・ネットワーク分割耐性評価^{注1}、高信頼性・高可用性^{注2}、拡張性^{注3}の評価

注1) 物理的にネットワークが分断されたときに、各分散サーバが自律的に動作可能であること

注2) 対障害性を高め、プラットフォームを利用可能な状態にあること

注3) 利用状況に応じて分散サーバの規模を拡大可能であること

5. 実施期間

平成24年度から26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「本研究開発で確立した技術の普及啓発活動」及び平成29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。