

＜基本計画書（案）＞

ホワイトスペースにおける新たなブロードバンドアクセスの実現に向けた 周波数高度利用技術の研究開発

1. 目的

現在、我が国においては様々な分野で電波利用が進み、今後もその利用は増加すると想定されている。特に、いつでもどこでもワイヤレスでブロードバンドにアクセスを可能とするブロードバンドワイヤレスシステムへのニーズが高まっている。この実現のためには、新たな周波数を確保する必要があるが、6 GHz 帯以下においては、既に稠密に周波数が割り当てられているため、新たな電波利用を実現していくためには、既に割当て済みの周波数であっても「空間的」、「時間的」、「技術的」に利用可能な周波数帯（いわゆる「ホワイトスペース」）について、既存業務への影響を十分回避しつつ、柔軟に電波を利用していくことが今後必要となってくる。

総務省では、ホワイトスペースの活用など新たな電波の有効利用の促進に向け「新たな電波の活用ビジョンに関する検討チーム」において、新たな電波活用の方向性やその実現に向けた制度的・技術的課題等の具体的な検討を行ってきたが、平成 22 年 7 月に取りまとめられた報告書において、「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」との提言を受けたところであり、周波数有効利用の観点からその実現に向け早期に取り組む必要性がある。

既に米国においては、2008 年（平成 20 年）11 月にホワイトスペースの利用を認める指令（Order）を採択し、FCC において具体的な技術基準の策定やデータベースの構築を含む作業を行っており、2010 年（平成 22 年）3 月の『国家ブロードバンド計画』においても「FCC は、TV ホワイトスペースに係る手続（Proceeding）について、早急に結論を得るべき。」としている。また、欧州では、欧州委員会における研究開発プロジェクトにおいて、コグニティブ無線技術やソフトウェア無線技術を含む未来の無線システムの構想検討や研究開発を重要プロジェクトの 1 つとして位置づけて実施しており、諸外国においても、ホワイトスペースの活用の高度化を目指した新たな無線技術に関する研究開発が行われている。

更に、IEEE SCC41 や IEEE802.22 等においてもホワイトスペースを高度に活用する技術の標準化に関する取組が活発に行われているところであり、周波数が稠密に利用されている我が国の状況を踏まえ、国際標準化に積極的に参画していくことが必要である。

以上の状況を踏まえ、拡大するワイヤレスブロードバンドアクセスの需要に対応する周波数の更なる有効利用の実現と、国際標準化を通じた国際競争力強化の観点

から、本研究開発を実施する必要がある。

2. 政策的位置付け

- ・ ICT維新ビジョン2.0（平成22年5月 総務省）
ホワイトスペース等新たな電波の有効利用により、2020年時点で新たに50兆円規模の電波関連市場を創出
- ・ 新たな情報通信技術戦略（平成22年5月 IT戦略本部決定）
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
○ 我が国が強みを持つ情報通信技術関連の研究開発等を重点的に推進し、早期の市場投入を目指す。
- ・ 「新成長戦略」（平成22年6月 閣議決定）
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～」 「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）」
- ・ 「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の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

- ・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）
重点施策

- ・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

- ・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

3. 目標

ワイヤレスブロードバンドアクセスの進展に伴う周波数需要増大に対応するため、UHF 帯を中心とする 6GHz 以下の既に割当て済みの周波数における「空間的」、「時間的」、「技術的」に利用可能な周波数帯であるホワイトスペースを、ワイヤレスブロードバンドに活用するために、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を確立し、無線 LAN システム等の中近距離無線システム、ルーラル地域向けの遠距離無線システム等への適用を実証すると共に、技術の国際標準化に向けた取組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、UHF 帯を中心とする 6GHz 以下のホワイトスペースを柔軟かつ高度に活用し、ブロードバンドアクセスへの利用を可能とするための技術として、広帯域に渡り既存業務の電波の利用状況を実時間で把握する「リアルタイムセンシング技術」、当該周波数帯における利用可能周波数及び利用条件などを分析・解析するための「動的周波数管理技術」、周囲の電波環境に応じ動的に周波数を制御し、既存業務への影響を十分回避しつつ、柔軟に電波を利用する「ダイナミックスペクトルアクセス技術」等の周波数高度利用技術の基盤技術の研究開発を行うと共に、これらの技術を統合的に動作させ、ブロードバンドアクセスへの適用実証を行う。

(2) 技術課題及び到達目標

技術課題

ア リアルタイムセンシング技術の開発

既存業務の電波の利用状況等の電波環境を把握し、既存業務に影響を与えないようにホワイトスペース利用システムを運用するためには、広帯域で既存業務の使用周波数、電波の強度といった電波の発射情報を把握するだけでなく、そのキャリア情報等の電波の特徴の情報を抽出し、これらの情報を活用するこ

とにより、より高精度なシステム制御を可能とするようなセンシング情報を得る必要がある。また、センシングに要する時間については、既存業務の運用状況を把握し、かつ運用に影響を及ぼさない程度のリアルタイム性が必要である。

さらに、将来のセンシング形態を考慮すると端末等への機能実装も考えられるため、回路の小型化、低消費電力化技術も必要となる。

イ 動的周波数管理技術の開発

既存業務へ影響を与えずホワイトスペース利用システムを運用するためには、ホワイトスペースの利用に必要な情報（既知の無線局情報や、周波数割当て情報、地理的情報）を管理すると共にセンシング情報を蓄積し、これらの情報の分析・解析を行い利用可能な周波数を割り出すと共に、ホワイトスペースとして利用するための条件等を導き出す技術が必要である。また、利用可能周波数や利用条件については、その精度を向上させるため、複数の管理情報から分析して導き出す場合が考えられることから、動的な周波数管理を行う機器間の協調制御を行う技術が必要である。

ウ ダイナミックスペクトルアクセス技術の開発

既存業務に影響を与えずホワイトスペースを利用するためには、利用可能な周波数情報や利用条件の情報に基づき、ダイナミックに周波数を切替える技術、送信電力制御等の無線システム制御技術、マルチバンド利用における干渉抑圧技術と受信時の信号分離技術が必要である。

ブロードバンドアクセスの実現においては、ポイント・ツー・ポイント及びポイント・ツー・マルチポイントで構成されるネットワークに加え、メッシュネットワーク構成による利用も想定されるため、柔軟な経路選択を行うようなネットワーク構成技術についても検討が必要である。また、移動体間の通信やセンサーネットワークへの利用を想定し、マルチホップでの伝送を実現するネットワーク構成技術の検討も必要である。

到達目標

地理的、時間的に利用可能なホワイトスペースを利用した新たなブロードバンドアクセスを実現するために、UHF帯を中心とする400MHz～6GHzまでの広帯域の電波環境をリアルタイムかつ高感度にセンシングする技術、利用可能な周波数の割り出しやホワイトスペースの利用条件を導き出す技術、及びこれらの情報をもとに無線システムの制御を行う技術の確立により、周波数高度利用技術の基盤技術を確立し、既存業務への影響を回避しつつ周波数の共用を可能とすることで周波数の更なる有効利用を図る。また、これらの技術について、無線LAN等の中近距離無線伝送システムや、無線アクセス等の長距離系無線伝送システムへの適用を行い、センシングからシステム運用までの一連の動作を実証する。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記す。

ア リアルタイムセンシング技術の開発

- ・400MHz～6GHz の周波数帯域において、周波数帯域毎の実時間の電波の利用情報の特徴抽出を行い、既存システムが存在しないことを示す低い受信レベルの電波のセンシングを可能とするセンシング技術の確立と、1秒未満のセンシング時間を実現する高速処理、データ化技術の確立
- ・複数のセンシング機器を用いた構成において、センシング機器間のセンシング範囲及び時間的整合性を確保するための協調動作技術の確立
- ・端末実装を可能とする1W以下の小型低消費電力センシング回路の実現

イ 動的周波数管理技術の開発

- ・無線局情報や周波数割当て情報、地理的情報、時間情報、センシングにより得られた電波の情報の蓄積・管理技術の確立
- ・これらの情報をもとにホワイトスペース利用システムの利用可能周波数、利用条件の解析・分析を行う周波数情報管理システム技術の確立。
- ・ユーザーデータの伝送スループットを維持した状態でセンシング情報の伝送及び経路選択制御を可能とするネットワーク管理技術の確立
- ・複数の周波数情報管理システムから、ホワイトスペース利用システムの利用可能周波数、利用条件の解析・分析を行う場合の周波数情報管理システム間の相互情報管理技術の確立

ウ ダイナミックスペクトルアクセス技術の開発

- 動的周波数管理技術で得られた利用可能周波数や利用条件の情報を活用した、
- ・ホワイトスペース利用システムの送信電力を既存業務へ影響を及ぼさないように制御（送信電力制御、送信タイミング制御、利用可能な異なる周波数を統合して使用する統合制御、ダイナミックな周波数制御）する技術の確立
 - ・メッシュネットワーク並びにマルチホップ伝送技術を用いたアドホックネットワークなどの、周波数利用状況に合わせたホワイトスペース利用システム間のネットワーク構築技術の確立
 - ・マルチバンド利用時の干渉抑圧技術と受信時の信号分離技術の確立

さらに、リアルタイムセンシング技術、動的周波数管理技術、ダイナミックスペクトルアクセス技術を組合せ、ホワイトスペースにおける遠距離系無線システム及び中近距離系無線システムへ適用についての実証を行うことを目標とする。

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23年度>

ア リアルタイムセンシング技術の開発

400MHz~6GHz までの周波数を広帯域にかつ、他のシステムが存在しないことを示す低い受信レベルまでリアルタイムでセンシングするために必要な次の技術の検討及び基礎開発を行う。

- ・アンテナを含むセンシング技術
- ・複数のセンシング機器が協調動作する分散協調センシング技術
- ・電波の特徴（使用周波数・周波数幅、変調方式、受信強度等）の抽出技術
- ・抽出した電波の情報の高速処理や高速伝送に必要なデータの処理技術

イ 動的周波数管理技術の開発

動的周波数管理システムの構築のための以下の技術の検討及び基礎開発を行う。

- ・各種情報のデータ構造及び検索構造の検討及び所望の周波数割り出しと利用条件を導くためのアルゴリズム
- ・複数の周波数管理システム間の電波利用状況の情報共有を可能とする制御技術
- ・センシング機器からのセンシング情報の伝送を、通常の利用者データの伝送スループットを維持した状態での伝送を実現し、効率的管理を実現するネットワーク技術及び管理システム

ウ ダイナミックスペクトルアクセス技術の開発

- ・複数のシステムに汎用的に利用可能な送信電力の制御技術、電波環境に応じた送信タイミングを制御する技術の検討及び基礎開発・評価
- ・470MHz~710MHz の帯域の範囲において、電波環境に応じて送受信の周波数をダイナミックに切替える技術、分散している利用可能な周波数を仮想的に統合して利用するための分散周波数統合制御技術の検討及び基礎開発・評価
- ・無線アクセス等の遠距離システム及び無線 LAN 等の中近距離システムで利用する場合を想定した、メッシュネットワークやアドホック伝送等のネットワーク構成技術、利用条件の検討

<平成24年度>

ア リアルタイムセンシング技術の開発

- ・端末への実装が可能な小型で消費電力 5W 以下の低消費電力なセンシング回路の基礎開発・評価
- ・平成23年度の検討結果を踏まえた、分散協調センシング技術の開発・評価
- ・特徴抽出及び高速なデータ処理、伝送技術を組み合わせたセンシング技術の開発

イ 動的周波数管理技術の開発

- ・平成23年度に検討したアルゴリズムをもとにプロトコル開発を行い、周波数情報管理システム及びネットワーク管理システムを組合せ、干渉を回避するための利用可能周波数の割り出しと制御条件の分析動作を検証

ウ ダイナミックスペクトルアクセス技術の開発

- ・平成23年度に検討した周波数切替え技術及び分散周波数統合制御技術の周波数範囲の広帯域化（400MHz～6GHz）
- ・平成23年度に検討したダイナミックスペクトルアクセス技術の各技術要素を組み合わせた複合制御技術の開発

<平成25年度>

ア リアルタイムセンシング技術の開発

- ・平成24年度の検討結果を踏まえた、小型センシング回路の更なる低消費電力化（1W以下）及び高感度化

イ 動的周波数管理技術の開発

- ・平成24年度に検討した技術をもとに、複数の周波数情報管理システム間の情報共有により、既存無線業務に加え複数のホワイトスペース利用システム間の共存を可能とする技術の開発・評価

ウ ダイナミックスペクトルアクセス技術の開発

- ・リアルタイムセンシング装置、動的周波数管理装置、これらからの制御情報をもとに制御を行うことが可能な、無線アクセス等の遠距離無線伝送装置や無線LAN等の中距離無線伝送装置を開発し、400MHz～6GHzの周波数帯の中で選択された周波数で動作するシステムのホワイトスペースにおける動作の実証

5. 実施期間

平成23年度から平成25年度までの3年間

6. その他

(1) 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と共に各技術を適用、実証を行う遠距離系及び中距離系のホワイトスペース利用システムについて、ネットワーク構成や利用形態も含め具体的に提案すると共に、それらの実用化について将来見込みも含め記載し、提案すること。なお、提案にあたっては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。

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。

(2) 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。

(3) その他

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、平成27年までの実用に向けて必要と思われる研究開発課題への取組も実施し、その活動計画・方策については具体的に提案書に記載すること。

また、本研究開発で得られた成果について、実現、普及のための技術理論、構成等は広く利用可能とするため論文等で公表することを提案書に記載すること。