

平成 20 年度

電波資源拡大のための研究開発に係る提案公募

提案要領

平成 20 年 5 月

総務省

# 目 次

1. 概要.....	1
2. 応募資格.....	1
3. 研究開発課題等.....	2
4. 応募に必要な書類.....	3
5. 委託先候補の選定及び採択.....	4
6. 契約.....	5
7. 研究者の雇用等.....	5
8. 研究成果.....	6
9. 購入設備の扱い.....	6
10. 次年度以降の扱い.....	7
11. 応募の手続.....	8
12. 研究開発の適正な執行について.....	8
13. 情報の取り扱い等.....	9
14. その他.....	10
15. 問い合わせ及び提出先.....	10

## 別紙 対象経費(直接経費)の範囲

- 別紙① <基本計画書>次世代移動通信システムの周波数高度利用技術に関する研究開発  
～異なる大きさのセルが混在する環境下における複数基地局間協調制御技術の研究  
開発～
- 別紙② <基本計画書>次世代移動通信システムの周波数高度利用技術に関する研究開発  
～異種無線システム動的利用による信頼性向上技術の研究開発～
- 別紙③ <基本計画書>次世代移動通信システムの周波数高度利用技術に関する研究開発  
～同一周波数帯における複数無線システム間無線リソース制御技術の研究開発～
- 別紙④ <基本計画書>次世代移動通信システムの周波数高度利用技術に関する研究開発  
～異種無線システム協調制御による周波数有効利用技術の研究開発～
- 別紙⑤ <基本計画書>次世代移動通信システムの周波数高度利用技術に関する研究開発  
～異種無線システム対応端末技術の研究開発～
- 別紙⑥ <基本計画書>安心・安全イノベーションを創造する地上／衛星共用携帯電話システ  
ム技術の研究開発
- 別紙⑦ <基本計画書>船舶用レーダー通信技術の研究開発
- 別紙⑧ <基本計画書>次世代無線通信測定技術の研究開発 ～広帯域変調波の高感度測  
定技術の研究開発～
- 別紙⑨ <基本計画書>次世代無線通信測定技術の研究開発 ～統計的手法による放射電  
力測定技術の研究開発～
- 別紙⑩ <基本計画書>次世代無線通信測定技術の研究開発 ～回転楕円鏡を用いた高感  
度放射電力測定技術の研究開発～
- 別紙⑪ <基本計画書>次世代無線通信測定技術の研究開発 ～測定空間における散乱波  
の影響を抑制する技術の研究開発～
- 別紙⑫ <基本計画書>次世代無線通信測定技術の研究開発 ～広帯域・大型アンテナ及び  
スペクトラムアナライザの高安定化技術の研究開発～

総務省では、電波法第 103 条の 2 第 4 項第 3 号に基づき、電波資源拡大のための研究開発(周波数を効率的に利用する技術、周波数の共同利用を促進する技術又は高い周波数への移行を促進する技術としておおむね五年以内に開発すべき技術に関する無線設備の技術基準の策定に向けた研究開発)の各課題について、委託による研究開発(以下「委託研究」という。)を実施します。

本委託研究では、民間企業等の研究機関における知見や技術、ノウハウを活用して、電波資源拡大のための研究開発を推進し、周波数帯域の逼迫状況を緩和し、新たな周波数需要に的確に対応することを目指します。

## 1. 概要

本委託研究は、総務省が電波の有効利用に資する研究開発課題を指定した上で研究開発提案を公募・採択し、民間企業等の研究機関に委託することにより実施するものです。

- (1) 総務省が指定する研究開発課題に対して受託を希望する研究機関は、所定の提案書を総務省に提出することにより、応募することができます。
- (2) 提案書について、後述の「5. (2)選定基準」に基づき外部評価を行い、総務省が委託先候補となる研究機関を選定します。
- (3) 選定された研究機関は、総務省との間で委託契約を締結し、研究開発を実施します。

## 2. 応募資格

以下の a.から g.までの要件を満たす、単独又は複数の企業、大学、公益法人等の研究機関とします。

- a.当該研究開発課題に係る技術又は関連技術についての研究開発の実績を有し、かつ、研究開発目標の達成及び研究計画の遂行に必要な組織、人員等を有していること。
- b.事業の実施の効率性や機動性向上の観点から、原則、日本国内に研究拠点を持つ研究機関であること。海外研究拠点での研究は、研究項目の中で国内研究拠点において実施し得ないテーマ、海外の特殊な設備等を使用せざるを得ないテーマ等に限定されていること。
- c.当該委託研究を円滑に執行するために必要な経営基盤を有し、かつ資金等について十分な管理能力を有していること。
- d.総務省が委託を行う上で必要とする処置を適切に遂行できる体制を有すること。
- e.周波数逼迫状況を緩和し、電波のより能率的な利用に資するため、研究成果の

公開、及び標準化活動等に積極的な貢献が可能であること。

f.得られた研究成果の実用化を図る計画の策定及びその実現について十分な能力を有していること。

g.当該委託研究の全部又は一部を複数の企業等が共同して実施する場合（以下、このような形態で実施される研究開発を「共同研究」という。）、各研究機関の役割と責任が明確に示されていること。また、各研究機関の取りまとめを行う代表的な研究機関（以下「代表研究機関」という。）が定められていること。

### 3. 研究開発課題等

平成 20 年度は、以下の研究開発課題（Ⅰ～Ⅳ）に対する提案を公募します。なお、研究開発課題Ⅰ及びⅣについては、さらに個別の研究開発課題を設けており、研究開発課題単位（※）又は個別研究開発課題単位で提案することができます。

※研究開発課題単位で提案する場合には、本課題に含まれる個別研究開発課題 1 件につき 1 つの提案書を作成していただきます。

実施予定額の初年度上限については以下を想定していますが、外部評価の結果等を踏まえ確定します。また、以下の実施期間は目途として示しているものです。

研究開発課題	個別研究開発課題	実施予定額 (初年度上限)	実施期間 (目途)
Ⅰ 次世代移動通信システムの周波数高度利用技術に関する研究開発	① 異なる大きさのセルが混在する環境下における複数基地局間協調制御技術の研究開発	4.0億円程度	4ヶ年
	② 異種無線システム動的利用による信頼性向上技術の研究開発	7.4億円程度	4ヶ年
	③ 同一周波数帯における複数無線システム間無線リソース制御技術の研究開発	5.0億円程度	4ヶ年
	④ 異種無線システム協調制御による周波数有効利用技術の研究開発	11.0億円程度	4ヶ年
	⑤ 異種無線システム対応端末技術の研究開発	4.0億円程度	4ヶ年

Ⅱ 安心・安全イノベーションを創造する地上／衛星共用携帯電話システム技術の研究開発	⑥ 安心・安全イノベーションを創造する地上／衛星共用携帯電話システム技術の研究開発	5.8億円程度	5ヶ年
Ⅲ 船舶用レーダー通信技術の研究開発	⑦ 船舶用レーダー通信技術の研究開発	0.7億円程度	3ヶ年
Ⅳ 次世代無線通信測定技術の研究開発	⑧ 広帯域変調波の高感度測定技術の研究開発	1.3億円程度	3ヶ年
	⑨ 統計的手法による放射電力測定技術の研究開発	0.3億円程度	3ヶ年
	⑩ 回転楕円鏡を用いた高感度放射電力測定技術の研究開発	0.7億円程度	3ヶ年
	⑪ 測定空間における散乱波の影響を抑制する技術の研究開発	0.6億円程度	3ヶ年
	⑫ 広帯域・大型アンテナ及びスペクトラムアナライザの高安定化技術の研究開発	0.3億円程度	4ヶ年

各研究開発課題の具体的な内容、技術目標、実施期間(目途)等については、別紙①～⑫の基本計画書を参照してください。

総務省が負担する経費の範囲は、当該研究開発の遂行及び研究成果の取りまとめに直接的に必要な経費(直接経費)とそれ以外の諸経費(一般管理費)及びこれらに係る消費税(消費税+地方消費税)額とします。直接経費の範囲については、別紙の「対象経費(直接経費)の範囲」とし、一般管理費は直接経費の10%以下とします。

なお、採択された提案に係る予算計画書等は、必要に応じて契約時まで研究機関(共同研究の場合は、代表研究機関)と総務省との間で調整の上、内容の修正等を行っていただくことがあります。

#### 4. 応募に必要な書類

提案書などの応募に必要な書類等については、「提案書作成要領」に記載しております。提案書作成要領に示す様式以外での応募は認められませんので御注意ください。

提案書受付時には「受付通知」を送付します。提案書送付後1週間を経過しても「受付通知」が届かない場合には、担当係（「15. 問い合わせ及び提出先」参照）まで電話にて御連絡ください。郵送の過程における事情等により提案書が未着となった場合の責任は一切負いかねますので御了承ください。

なお、提案書の返却は致しませんので、必ず写し等を手元に保管しておいてください。（ヒアリング等で必要となる場合があります。）

## 5. 委託先候補の選定及び採択

### (1) 選定方法

委託先候補の選定については、外部評価を行い、その結果を受けて総務省が行います。

### (2) 選定基準

選定に当たっては、次に挙げる項目を中心として、総合的に評価を行います。

- ① 研究開発手法の有効性・効率性（研究開発手法が目的を達成するために妥当かどうか。技術的に優れているかどうか。）
- ② 実施計画の妥当性（研究開発の実施計画が効率的に組まれているかどうか。）
- ③ 実施体制の妥当性（研究開発の実施体制が適切かどうか。）
- ④ 実用化の目途（研究開発により、どのような技術基準につながるか、実用化の時期はいつごろか等）
- ⑤ 補助的な観点（研究開発実績、標準化への取組等）
- ⑥ 総合評価（総合的に見てどうか。）

### (3) 追加資料の提出等

委託先候補の選定は、提出された提案書に基づいて行いますが、必要に応じて追加資料の提出等をお願いすることがあります。

### (4) ヒアリングの実施

委託先候補の選定に当たり、原則として、提出された提案書及び追加資料の内容について、ヒアリングを実施します。（ヒアリングは日本語で行います。）

ヒアリングの詳細については、提案書を受け付けた後、別途連絡します。

### (5) 採択及び通知

総務省は、外部評価をもとに委託先候補となる研究機関を選定した後、当該研究機関（共同研究の場合は、代表研究機関）に提案内容の遂行に支障がないかどうかを確認した上で、最終的な採択を行います。採否の結果は、総務省から当該研究機関（共同研究の場合は、代表研究機関）あてに通知します。

#### (6) その他

採択された提案を実施するに当たり、研究機関と総務省との間で委託契約を締結することとなりますが、当初提案の研究費は、契約の金額を保証するものではありません。必要に応じて修正計画を提出していただく場合があります。この場合において、研究機関との間で必要な契約条件が合致しない場合には、契約の締結ができないことがあります。

また、不合理な重複、過度の集中を排除するために、府省共通研究開発管理システム(e-Rad)を活用して確認を行う場合があります。

## 6. 契約

### (1) 契約期間

委託研究の契約は単年度契約となります。次年度以降については継続評価の結果に基づき、別途契約する(又はしない)こととなります。

### (2) 契約の形態

共同研究を行う場合は、総務省はすべての研究機関と直接契約を結びます。再委託は原則不可とします。

### (3) 契約書について

原則として、契約は総務省の委託契約書によるものとします。

国立大学法人等において受託研究契約書を使用する場合には、その内容について協議するとともに、必要に応じて、加筆・修正・削除し、あるいは別途取決めを交わしていただくことがありますので、御了承ください。

## 7. 研究者の雇用等

研究者を新たに必要とする場合には、研究費の範囲内において研究機関で雇用することができます。

雇用に関する責任はすべて研究機関にあり、本委託において実施する研究開発そのものとは関わりがありませんので、御留意ください。

## 8. 研究成果

### (1) 研究成果報告書

毎契約年度終了日(通常、毎年3月31日となります。)以前の契約書に定められた期日までに研究成果報告書を提出していただきます。契約は単年度契約となりますので、年度ごとに提出いただくことになります。

### (2) 研究成果の帰属

研究開発実施中に産業財産権等が発生した場合、「産業活力再生特別措置法」に基づき、一定の条件(以下参照)の下、100%受託者側に帰属させることが可能です。

#### 条件(遵守項目)

- ・委託研究に係る成果(研究開発実施により新たに発見ないし生み出されたものすべてをいい、発明等に関するもの、産業財産権等に関するもの、ノウハウに関するもの、等すべてを含む。)が得られた場合には、遅滞なく、総務省にその旨を報告するものとする。
- ・総務省が公共の利益のために特に必要があるとしてその理由を明らかにして求める場合には、無償で当該産業財産権等を利用する権利を国に許諾するものとする。
- ・当該産業財産権等を相当期間活用していないと認められ、かつ、当該産業財産権等を相当期間活用していないことについて正当な理由が認められない場合において、総務省が当該産業財産権等の活用を促進するため特に必要があるとしてその理由を明らかにして求めるときは、当該産業財産権等を利用する権利を第三者に許諾するものとする。
- ・上記のほか、必要と認められる事項がある場合には、契約書等において別途定める。

## 9. 購入設備の扱い

研究開発に必要な設備の調達は原則としてリースとしていただきますが、やむを得ず購入する場合は、以下のとおりとします。

### (1) 管理・維持



原則として、契約先である研究機関が購入設備の維持管理を行うとともに、善管注意義務を負うものとします。

## (2) 研究開発終了後の扱い

研究開発終了後、購入設備の所有権は国に移ることとなります。当該設備の取扱いについては、別途協議することとします。

# 10. 次年度以降の扱い

契約は年度単位で締結しますので、次年度以降は研究開発を継続して実施するための提案及び契約が必要となります。なお、予算等の削減により当初予定の実施期間より短くなることもあります。

毎年度の契約更新に当たり、研究開発の実施状況が適切であるかを確認するとともに、引き続き同一の研究開発機関に委託することが妥当かどうか判断するために継続評価を行います。継続評価の詳細は下記(1)～(3)のとおりです。

また、すべての研究開発を終了した後に、終了評価を実施します。終了評価では将来の研究開発の効率化や適切な予算配分への反映をはじめとする研究開発の方針策定の参考に資するため、研究開発が効率的に行われたかどうか等について評価を行います。

さらに、必要と認められた案件について、研究開発終了後一定期間を経過してから、追跡評価を行います。追跡評価では、研究開発成果の波及効果や活用状況等を把握し、研究開発が実際に電波の再配分等周波数の逼迫対策に有効であったかどうか評価、確認します。

終了評価、追跡評価の詳細については採択後に適宜お知らせします。

## (1) 継続評価

継続提案書により、研究の進捗状況、研究資金の使用状況及び研究開発実施計画等について有効性、効率性の観点を含め総合的に評価し、その評価結果において適切と判断された場合に、総務省は次年度の契約をします。次年度の契約金額は、必ずしも提案金額とは一致しません。

なお、必要に応じて、ヒアリングを実施します。

## (2) 継続提案書

継続提案書の内容は、実施年度の研究進捗状況の報告及び研究資金の使用状況並びに次年度以降の研究計画等が分かる内容の書類から構成されます。

### (3) 継続提案書提出時期

継続提案書の提出時期は契約を締結した年度の2月頃を予定しています。

## 11. 応募の手続

### (1) 応募の方法

応募される研究機関は、平成20年6月30日(月)17時(必着)までに、総務省担当係あて(「15. 問い合わせ及び提出先」参照)に、提案書1部及びその写し1部(写しは製本していないもの)、その他提案に必要な書類等1式を郵送(宅配便、バイク便等も可能)してください。

持込みは原則として不可としますが、やむを得ない場合には、事前連絡の上、当日の正午(時間厳守)までに持ち込んでください。

※ 共同研究を行う場合、提案書等は代表研究機関が取りまとめの上、総務省に提出してください。

### (2) 今後のスケジュール

今後のスケジュールは以下のとおり想定していますが、外部評価の状況等により前後することがあります。

7月上旬～7月下旬	外部評価を行い、委託先候補となる研究機関を選定
8月上旬 採択通知後	採択・不採択通知の送付 研究機関との調整が終わり次第、速やかに研究委託契約を締結し、研究開発を実施

## 12. 研究開発の適正な執行について

総務省では、公的研究資金による研究開発の効果的・効率的な推進、及び研究開発の適正な執行に向け、以下の取組を進めています。課題への応募、及び研究開発の実施に当たっては、これらの事項を遵守して頂きますので、御留意ください。

### (1) 研究費の不正な使用等に対する対応

研究者等による公的研究資金の不正使用等は、科学技術及びこれに関わる者に対する国民の信頼を裏切るものであり、決して許されるものではありません。

総務省では、総合科学技術会議がまとめた「[公的研究費の不正使用等の防止に関する取組について\(共通的な指針\)\(平成 18 年 8 月 31 日\)](#)」を踏まえ、研究費の不正使用等に対して適切に対処するため、今後、対応指針等を作成する予定です。また、これらの指針にのっとり、必要な確認書類等の提出などを求めることがあります。

## (2)研究上の不正行為に対する対応

研究上の不正行為(研究成果の「捏造」、「改ざん」及び「盗用」)は、研究活動とその成果発表の本質に反するものであるという意味において科学技術そのものに対する背信行為であり、また、人々の科学技術への信頼を揺るがし、科学技術の発展を妨げるものであることから決して許されるものではなく、研究機関や総務省はその究明に際して厳しい姿勢で臨まなければなりません。

総務省では、総合科学技術会議による指摘([研究上の不正に関する適切な対応について\(平成 18 年 2 月 28 日\)](#))を踏まえ、「[情報通信分野における研究上の不正行為への対応指針\(平成 18 年 10 月\)](#)」を策定し、研究機関に対して必要な措置(不正に関する調査、処分等)を講じるよう求めるとともに、研究上の不正行為に対して厳格な制裁措置(資金配分の打ち切り、応募申請の制限等)を講じることをとしています。

## 13. 情報の取り扱い等

### (1)採択された課題に関する情報の取り扱い

採択された個々の課題に関する情報(制度名、研究課題名、研究代表者名、予算額及び実施期間)については、「行政機関の保有する情報の公開に関する法律」(平成 11 年法律第 42 号)第 5 条第 1 号イに定める「公にすることが予定されている情報」であるものとします。

### (2)府省共通研究開発管理システム(e-Rad)からの政府研究開発データベース(※)への情報提供等

文部科学省が管理運営する府省共通研究開発管理システム(e-Rad)を通じ、内閣府の作成する標記データベースに、各種の情報を提供することがあります。

※ 国の資金による研究開発について適切に評価し、効果的・効率的に総合戦略、資源配分等の方針の企画立案を行うため、内閣府総合科学技術会議が各種情報について、一元的・網羅的に把握し、必要情報を検索・分析できるデータベースを構築しています。

### (3)不合理な重複、過度の集中の排除

不合理な重複、過度の集中を排除するために必要な範囲内で、応募(又は採択課題・事業)内容の一部に関する情報を、文部科学省が管理運用する府省共通研究開発管理システム(e-Rad)等を通じて、他府省を含む他の担当部門に情報提供する場合があります。

## 14. その他

本要領に定めるところによるほか、新たに要領として取り決めるべき事項が生じた場合には、総務省はこれを定め、必要に応じて総務省ホームページ( <http://www.soumu.go.jp/> )で公開します。

また、委託先に対して、基本計画書に示すほかに、関係省庁との連携等、政府としての基本方針や取組に御協力をお願いすることがあります。

## 15. 問い合わせ及び提出先

研究開発課題、基本計画書等の内容に関する問い合わせは、研究開発課題ごとに各担当係までお願いします。その他、提案書の作成又は提出方法等に関する問い合わせについては、総合通信基盤局電波部電波政策課開発係までお願いします。E-mailによる問い合わせの場合は、下記アドレスにて一括して受け付けております。

【研究開発課題、基本計画書等に関する問い合わせ及び提出先】

研究開発課題	個別研究開発課題	担当係
I 次世代移動通信システムの周波数高度利用技術に関する研究開発	① 異なる大きさのセルが混在する環境下における複数基地局間協調制御技術の研究開発	総合通信基盤局電波部 移動通信課推進係 TEL: 03-5253-5896 FAX: 03-5253-5946
	② 異種無線システム動的利用による信頼性向上技術の研究開発	
	③ 同一周波数帯における複数無線システム間無線リソース制御技術の研究開発	
	④ 異種無線システム協調制御による周波数有効利用技術の研究開発	
	⑤ 異種無線システム対応端末技術の研究開発	
II 安心・安全イノベーションを創造する地上／衛星共用携帯電話システム技術の研究開発	⑥ 安心・安全イノベーションを創造する地上／衛星共用携帯電話システム技術の研究開発	情報通信政策局宇宙通信政策課衛星開発係 TEL: 03-5253-5769 FAX: 03-5253-5772
III 船舶用レーダー通信技術の研究開発	⑦ 船舶用レーダー通信技術の研究開発	総合通信基盤局電波部 衛星移動通信課海上係 TEL: 03-5253-5901 FAX: 03-5253-5903
IV 次世代無線通信測定技術の研究開発	⑧ 広帯域変調波の高感度測定技術の研究開発	総合通信基盤局電波部 電波環境課技術管理係 TEL: 03-5253-5908 FAX: 03-5253-5914
	⑨ 統計的手法による放射電力測定技術の研究開発	

	⑩ 回転楕円鏡を用いた高感度放射電力測定技術の研究開発	
	⑪ 測定空間における散乱波の影響を抑制する技術の研究開発	
	⑫ 広帯域・大型アンテナ及びスペクトラムアナライザの高安定化技術の研究開発	

**【提案書の作成又は提出方法等に関する問い合わせ先】**

総合通信基盤局 電波部 電波政策課 開発係  
 TEL: 03-5253-5876  
 FAX: 03-5253-5940

**【E-mailによる問い合わせ先】**

送信先: wireless-rd\_atmark\_ml.soumu.go.jp  
 (スパムメール防止のため、「\_atmark\_」を@に直して入力して下さい)

## 対象経費(直接経費)の範囲

大項目	中項目	説明
I. 設備備品費	1.研究開発用機械装置リース費	委託業務の遂行に必要な機械装置、その他備品を必要とした場合におけるそのリースに要する経費。
	2.研究開発用機械装置購入費	委託業務の遂行に必要な機械装置、その他備品の製作又は購入を必要とした場合におけるその製造原価又は購入に要する経費。
	3.保守費	機械装置等の保守(機能の維持管理等)を必要とした場合における労務費、旅費交通費、滞在費、消耗品費及びその他の必要な経費(ただし、Iの2及びⅢの1～3に含まれるものを除く)、外注を必要とした場合はそれに要する経費。
	4.改造修理費	機械装置等の改造、修繕を必要とした場合における労務費、旅費交通費、滞在費、消耗品費及びその他必要な経費(ただし、Ⅲの1から3に含まれるものを除く)、外注を必要とした場合は、それに要する経費。
II. 労務費(注)	1.研究員費	委託業務に直接従事した研究者、設計者及び工員等の労務費(原則として①本給、②賞与、③諸手当(福利厚生に係るものを除く)とする。ただし、Iに含まれるものを除く)。
	2.補助員雇上費	委託業務に直接従事したアルバイト、パート等の経費(ただし、Iに含まれるものを除く)。
III. 消耗品、その他の経費	1.消耗品費	委託業務の実施に直接要した資材、部品、消耗品等の製作又は購入に要した経費。
	2.光熱水料	委託業務の実施に直接使用するプラント及び機械装置等の運転等に要した電気、ガス及び水道等の経費。通信回線の月々の使用料等は、この項に含めて下さい。
	3.旅費・交通費	研究員が委託業務を遂行するために特に必要とした旅費、滞在費及び交通費であって、研究員の所属機関の旅費規程等により算定された経費。
	4.計算機使用料	委託業務遂行に必要な電子計算機の使用、データ入力等に要した経費。
	5.委員会費	委託業務の遂行に必要な知識、情報、意見等の交換、検討のための委員会開催、運営に要した委員等謝金、委員等旅費、会議費、会議室借上費、消耗品費、資料作成費、その他の経費。
	6.調査費	委員会の委員が委託業務の遂行に必要な知識、情報、意見等の収集のための国内、海外調査に要した経費で運賃、日当、宿泊費、滞在費、その他の経費。
	7.報告書作成費	成果報告書の印刷・製本に要した経費。
	8.リース・レンタル料	I 以外のリース・レンタルに要した経費。
	9.その他特別費	以上の各経費のほか、特に必要と認められる経費。

(注)原則として、国公立大学法人、公立大学等に所属する研究者に関する労務費は積算に含むことができません。

## ＜基本計画書＞

次世代移動通信システムの周波数高度利用技術に関する研究開発  
異なる大きさのセルが混在する環境下における  
～ 複数基地局間協調制御技術の研究開発 ～

## 1. 目的

移動通信システムにとって使い勝手のよい6GHz以下の帯域（VHF、UHF、低マイクロ波帯）については、携帯電話をはじめとして極めて稠密に利用されており（全無線局の99%以上）、深刻な電波の逼迫状況が生じている。こうした状況の中、逼迫している電波をより有効かつ効率的に活用しつつ特にニーズの高い移動通信に必要な周波数帯域を確保するためには、移動通信システムにおける周波数の高度利用を実現する技術の研究開発が必要不可欠である。

移動通信における周波数利用効率の向上のためには、セルのマイクロセル化やピコセル化等の小セル化が非常に有効であるが、既存の大きなセル（マクロセル）がある中で、セルの小セル化を進めていくと、マクロセル、マイクロセル、ピコセルといった大きさの異なるセルが混在する非常に複雑なセル構成となってしまう。その結果、隣接セルだけでなく、次隣接セルより遠く離れた数多くのセルからも干渉を受けるようになり、特にセル端およびエリア全体の伝送容量の大幅な劣化が懸念される。

そこで、大きさの異なるセルが混在するセル構成において、スループットを最大化するために、隣接セルに留まらず、それ以遠の数多くのセル間において周波数、送信電力、アンテナリソース等の無線リソースを協調制御する技術の研究開発を行い、もって電波の有効利用に資する。

## 2. 政策的位置付け

「重点計画-2007」（平成19年7月、IT戦略本部）において、以下のとおり明記されているところである。

## 【抜粋】

## Ⅱ 政策パッケージを推進するための施策

## 1. 効率性・生産性向上と新価値の創出の推進

## 1. 3 ICT産業の国際競争力強化等

## (4) ICT産業の国際競争力強化のための重点3分野の取組の強化

## (ウ) モバイル分野における国際競争力強化に資する研究開発（総務省）

国際競争力を有する携帯電話システムの開発に資するため、携帯電話の通信機能の高度化を低廉なコストにより実現可能とする共通プラットフォーム



の研究開発を推進し、2010年までに実現を図る。

また、多数の関係者が共同して実証実験を行える試験環境を構築することにより、第3世代携帯電話の発展型技術あるいは第4世代移動通信システムの要素技術の研究開発および国際標準化を推進し、2010年までに実現を図る。

### 3. 創造的発展基盤の整備

#### 3. 1 多様なサービスを安全かつ簡易に利用できる次世代モバイル生活基盤の構築

##### (2) 次世代の高速モバイル技術の実用化に向けた取組等

##### (ア) 第4世代移動通信システムの実現に向けた取組の推進（総務省）

現在の100倍のデータ伝送速度を持つ第4世代移動通信システムについて、要素技術の研究開発・実証実験、他の無線システムとの周波数共用に関する技術試験を実施するとともに、使用する周波数帯の決定、具体的な無線通信方式の検討など国際電気通信連合（ITU）の国際標準化活動に積極的に寄与し、2010年度までに実現を図る。

##### (ウ) 電波資源拡大のための研究開発（総務省）

2010年までに、電波利用の進んでいない周波数帯（ミリ波帯等）において容易に無線システムの利用を可能とする技術や、携帯端末が周囲の電波利用環境を適切に把握し、その環境に自律的に適応する技術（コグニティブ無線通信技術）等を実現するため、未利用周波数帯の開拓や周波数有効利用技術の高度化に資する研究開発を実施する。

また、ICT国際競争力懇談会での最終とりまとめ（平成19年4月）において、重点分野における基本戦略として以下のとおり明記されているところである。

#### 【抜粋】

### II ワイヤレス分野

#### 3 国際競争力強化に向けた具体的取組方策

##### (3) 日本技術の国際展開に向けた研究開発・標準化・知的財産権獲得

日本企業が次世代移動通信システムの研究開発により獲得する知的財産権が標準に反映されることが重要であり、日中韓やアジア太平洋電気通信共同体における連携、先進諸国との間の連携を図りながら、日本の研究開発リソースを結集した特区的な地域において研究開発や実証実験を推進し、戦略的な研究開発・標準化を進めることが重要である。

こうした各種の政府方針等に鑑み、本研究開発を推進することが必要である。

### 3. 目標

移動通信において、周波数利用効率の向上を図ることを目的として、セルのマイクロセル化、ピコセル化等のセル分割を進めていくと、隣接セルに留まらず、次隣接セルやそれより遠いセルからも強い電波が同一チャネル干渉として届くため、伝送容量の大幅な劣化につながる。すなわち、セル間距離が比較的大きいマクロセル構成では、同一チャネル干渉を回避するため、隣接セル基地局を対象として干渉を回避する隣接セル間協調伝送技術が提案されているが、ピコセル等のセル間距離が非常に小さいセル構成では、隣接セルに留まらずに次隣接セル以遠のセルからも干渉を受けるため、従来技術のように隣接セルだけを対象とした隣接セル間協調伝送技術では十分に対応できない。

そこで、本研究開発では、マクロセル、マイクロセル、ピコセル等の大きさの異なるセルが混在するセル構成において、スループットを最大化するために、隣接セルに留まらず、それ以遠の数多くのセル間においても周波数、送信電力、アンテナリソース等の無線リソースを協調制御する技術を確立する。

こうした技術を確立することにより、大きさの異なるセルが混在するセル構成において、本技術を用いない場合に比べて、セル端で3倍以上、セル全体で2倍以上の周波数利用効率の向上を実現することを目標とする。また、本技術分野における国際競争力の確保・強化も目指し、本研究開発成果を第4世代移動通信システムや第3.9世代携帯電話の標準化や規格の策定を行っているITU-Rや3GPPに対して積極的に提案し、戦略的な国際標準化活動を行う。

## 4. 研究開発内容

### (1) 概要

隣接セルだけでなく、次隣接セルや次々隣接セルを含む数多くのセル間で、周波数、送信電力、アンテナリソース等の無線リソースを協調して制御することにより、特にセル端およびエリア全体のスループットを向上する技術の研究開発を行う。具体的には、適応的周波数割り当て技術、適応的基地局送信電力制御技術、基地局アンテナ指向性制御技術等の干渉軽減技術を単独で動作させるのではなく、複数の干渉軽減技術を組み合わせて、多数の基地局間で高度に連携させて制御する方法等が考えられる。

本技術を実現するためには、まず(ア)協調する制御範囲(基地局グループ)を決定するための受信レベル情報や基地局間相互干渉情報等のエリア情報が必要となる。そして、エリア情報を基に、基地局グループ内で無線リソースの割当を最適制御するアルゴリズムが必要となる。また、実際に(ア)を実現するためには、(イ)エリア情報の収集および無線リソース管理情報を配送するネットワーク技術が必要となる。更に、計算機シミュレーションや室内実験で(ア)の最適化アルゴリズムを高精度に且つ効率よく評価するためには、(ウ)マクロセル、

マイクロセル、ピコセル等のセルの大きさが様々な異なる伝搬環境下における高精度な時空間電波伝搬モデルが必要となる。

ここで、課題（ア）と（イ）に関しては、それぞれの要素技術を個別にシステム化すれば、システムが非常に複雑になることが予想される。そこで、要素技術をプラットフォームとして構築し、効率化を図ることとする。一方課題（ウ）に関しては、開発した様々な伝搬環境下に対応できる時空間電波伝搬モデルをソフトウェア化して、計算機シミュレーションによるシステム評価用の伝搬路モデルとして、また室内実験で使用するフェージングシミュレータ用の伝搬路モデルとして実装することにより、無線リソース最適割当アルゴリズム開発の抜本的な効率化を図る。

## (2) 技術課題および到達目標

### (技術課題)

#### ア 複数基地局間協調無線リソース管理プラットフォームの開発

複数基地局間協調制御を実現するにあたり、協調制御する範囲（基地局グループ）と制御の複雑さはトレードオフの関係にあることから、この範囲をどのように決定するかが課題となる。また、基地局グループ内でスループットを最大化するような周波数、送信電力、アンテナリソース等の無線リソースの割り当てをどのように決定するかが課題となる。そこで以下の技術の研究開発が必要となる。

- (a) 基地局の地理的位置関係（トポロジー）や受信レベル情報、オーバラップ情報、基地局間相互干渉情報等のエリア情報を基に協調する基地局グループを決定する技術
- (b) 基地局毎のエリア情報を基に、複数の干渉軽減技術を高度に連携させて、基地局グループ内で伝送品質（スループット等）を最大化するための無線リソースの割当アルゴリズム（マルチセルスケジューリングアルゴリズム）とその最適化技術（基地局グループ内協調制御技術）
- (c) 独立に制御が行われる基地局グループ間（特に基地局グループ間の境界に位置するセル）の無線リソース割当アルゴリズムとその最適化技術（基地局グループ間協調制御技術）
- (d) 上記(a)～(c)の機能を効率的にシステム化するための要素技術のプラットフォーム化技術

#### イ 複数基地局間協調ネットワーク制御プラットフォームの開発

管理情報等の重要な制御情報が途中で消失したり（パケット損失）、誤受信されれば、伝送品質を大幅に劣化させる要因となる。そのため、複数基地局間協調制御のためのエリア情報の収集、および無線リソース管理情報の配送を効率的に行うネットワーク技術が課題となる。

そこで以下の技術の研究開発が必要となる。

- (a) 複数基地局間協調制御に必要なエリア情報、および無線リソース管理情報を高い信頼度で収集、配送できるネットワーク技術
- (b) 複数基地局間で無線リソースの最適割当制御を行うための高精度な基地局間同期制御技術
- (c) 上記(a)、(b)の機能を効率的にシステム化するための要素技術のプラットフォーム化技術

#### ウ 時空間電波伝搬モデルおよび電波変動モデル(チャンネルモデル)の開発

周波数、送信電力、アンテナリソースの最適割当制御アルゴリズムであるマルチセルスケジューリングアルゴリズムは、実際の伝搬環境下における周波数軸上の伝搬変動特性、時間軸上の伝搬変動特性、更に空間軸上の伝搬変動特性を同時に考慮して、最適化する必要がある。そのためには、都市構造として平均建物高が数十階に及ぶ超高層ビル街から数階程度の郊外地まで、また基地局アンテナ高として平均建物高よりも低いアンテナ高(マイクロセルやピコセルに適用)からそれよりも高いアンテナ高(マクロセルに適用)まで、様々な伝搬状況における周波数、時間、空間の各軸上の伝搬変動特性を同時にモデル化する時空間電波伝搬モデルの確立が不可欠である。

そこで以下の研究開発が必要となる。

- (a) 実際の様々な伝搬環境における伝搬損失、伝搬遅延時間(時間)、電波到来角(空間)を同時にモデル化できる時空間電波伝搬モデルの確立
- (b) 移動速度を考慮した時間軸上の電波変動モデル(チャンネルモデル)の確立
- (c) 上記(a)、(b)を計算機シミュレーションや室内実験に用いるフェージングシミュレータ上で実現するためのソフトウェアの開発

#### (到達目標)

マクロセル、マイクロセル、ピコセル等の異なる大きさのセルが混在するセル構成において、複数基地局間協調制御を用いることにより、隣接基地局を含む複数基地局間協調制御を用いない場合に比べて、セル端で3倍以上、セル全体で2倍以上の周波数利用効率向上を、通信トラフィック量の高低とは独立して達成するための技術開発を行う。

本研究開発では、まず、マルチセルスケジューリングの最適化アルゴリズムを開発し、計算機シミュレーションにより「システム総合評価」を行う。次に、「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。

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)

## ア 複数基地局間協調無線リソース管理プラットフォームの開発

(平成 20 年度)

- ・ 無線伝送特性評価用計算機シミュレーションソフトウェアの基本部（変復調等）を開発する。
- ・ 室内実験（ハードウェア・ソフトウェア）に用いる無線伝送部のうち、変復調処理等のベースバンド部を開発する。
- ・ 基地局間の同期制御やチャンネル推定等の端末同期技術等が理想的に行われているものとして、セル端における周波数利用効率を約 2.5 倍以上向上させる無線リソース割当アルゴリズムを検討する。
- ・ 収集するエリア情報を検討し、例えばセルの隣接関係や次隣接関係などの基地局の地理的位置関係（トポロジー）を自動認識するアルゴリズムを開発する。

(平成 21 年度)

- ・ 無線伝送特性評価用計算機シミュレーションソフトウェアについて、端末同期制御処理、チャンネル推定部などを開発する。前年度開発した基本部と組み合わせて、無線伝送特性評価用計算機シミュレーションソフトウェアを完成させる。
- ・ 室内実験（ハードウェア・ソフトウェア）に用いる無線伝送部のうち、端末同期処理部や RF 部を開発する。前年度開発した基本部と組み合わせて、無線伝送部を完成させる。
- ・ 前年度検討したマルチセルスケジューリングアルゴリズムをソフトウェア化し、開発中の無線伝送特性評価用計算機シミュレーションソフトウェアと統合したシステム評価用計算機シミュレーションソフトウェアを開発する。
- ・ 前年度検討したマルチセルスケジューリングアルゴリズムをソフトウェア化し、開発中の室内実験装置の無線伝送部と統合する。

(平成 22 年度)

- ・ 基地局間同期誤差、端末同期誤差（チャンネル推定他）等の劣化要因を考慮したマルチセルスケジューリングアルゴリズムを検討し、これらの劣化要因と周波数利用効率の劣化特性の関係を明らかにすると共にその劣化を抑える方法を検討する。また、検討結果をソフトウェア化し、前年度に開発したシステム評価用計算機シミュレーションソフトウェアを更新する。
- ・ 上記の検討結果をソフトウェア化し、前年度開発した室内実験装置の改造を行う。

(平成 23 年度)

「システム総合評価」

- ・ 各プラットフォームにおける個々の要素技術をモデル化した統合シミュレーションにより、複数基地局間協調制御を用いない場合に比べて、セル端で 3 倍以上、セル全体で 2 倍以上の周波数利用効率を向上できるように、マルチセルスケジューリングアルゴリズムの最適化を図り、各種パラメータを決

定する。

- ・ 基地局間の制御情報や制御処理量を削減するため、上記の周波数利用効率向上の目標を達成するために必要な基地局グループ数（協調制御する範囲）を決定する。

「実証実験による評価」

- ・ 前年度までに開発した各プラットフォームを連携した室内実験および屋外フィールド試験を実施する。まず、前年度までに開発した試作機に基づくフィールド試験用装置（基地局および移動局）を必要台数分製造し、設置する。
- ・ システム総合評価で決定したパラメータを設定し、前年度までに開発したフェージングシミュレータを用いた室内実験、およびフィールド実証実験を行い、周波数利用効率向上効果の評価を行う。

## イ 複数基地局間協調ネットワーク制御プラットフォームの開発

（平成 20 年度）

- ・ エリア情報の収集および無線リソース管理情報の配送をそれぞれ効率的に行う制御手順を検討し、制御手順を正常に動作させる。また、そのための評価用計算機シミュレーションソフトウェアを開発する（評価等は次年度以降に行う）。
- ・ 複数基地局間を高精度に同期するための同期制御方式を検討し、汎用ハードウェアを用いて同期制御モジュールを開発する。具体的には、基地局間同期精度の一例として IMT2000 LTE のガードインターバルである 4.5 マイクロ秒以下（同期精度の目標値）を目標として、単一パケット入力により、目標の同期精度を実現する。

（平成 21 年度）

- ・ 前年度に開発した計算機シミュレーションソフトウェアを用い、エリア情報の収集および無線リソース管理情報の配送方式の制御手順を評価し、同制御手順を確立する。具体的には、実環境に近い伝送条件を仮定して、ネットワーク制御プラットフォームにおける高優先度パケットの廃棄率として  $10^{-7}$  以下とする同制御手順を確立する。
- ・ 前年度に開発した同期制御モジュールの処理速度および同期精度を向上させるために専用ハードウェアを開発し、同期制御モジュールを完成させる。具体的には、実環境に近い複数パケットが流れる伝送モデルを仮定して、目標の同期精度を実現することを目標とする。

（平成 22 年度）

- ・ エリア情報の収集および無線リソース管理情報の配送方式の制御手順と、同期制御モジュールを実装した複数基地局間協調ネットワーク制御プラットフォームを開発する。具体的には、実装置を用いた室内実験により、ネットワーク制御プラットフォームにおける高優先度パケットの廃棄率を  $10^{-6}$  以下、複数基地局間で目標の同期精度を実現する。

(平成 23 年度)

- ・ システム総合評価として、フィールド試験において、開発したネットワーク制御プラットフォームの信頼度と同期精度が目標値に達成していることを確認する。

ウ 時空間電波伝搬モデルおよび電波変動モデル(チャンネルモデル)の開発

(平成 20 年度)

- ・ 屋外基地局における時空間伝搬データを様々な環境で測定する。測定データを基にして、マクロセルにおける時空間電波伝搬モデルおよび電波変動モデル(チャンネルモデル)を開発する。

(平成 21 年度)

- ・ 前年度に開発した屋外マクロセル対応の時空間電波伝搬モデルおよび電波変動モデル(チャンネルモデル)に基づくフェージングシミュレータ用ソフトウェアを開発し、計算機シミュレーションおよび屋内実験用フェージングシミュレータ(ハードウェア)に実装する。
- ・ マイクロセル、ピコセル対応の時空間電波伝搬モデルおよび電波変動モデル(チャンネルモデル)を開発し、併せてフェージングシミュレータ用ソフトウェアを開発し、計算機シミュレーションに実装する。

(平成 22 年度)

- ・ マクロセル、マイクロセル、ピコセル対応の時空間電波伝搬モデルおよび電波変動モデルを統合し、複数基地局対応のフェージングシミュレータのソフトウェアを開発して、計算機シミュレーションおよび屋内実験用フェージングシミュレータ(ハードウェア)に実装する。

(平成 23 年度)

- ・ システム総合評価及び実証実験における評価を行う。(技術課題ア参照)

## 5. 実施期間

平成 20 年度から平成 23 年度までの 4 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ともに、複数基地局間協調無線リソース管理プラットフォーム技術、複数基地局間協調ネットワーク制御プラットフォーム技術、時空間電

波伝搬モデルおよび電波変動モデル(チャンネルモデル)技術の実用化について、将来見込みを記載し、提案すること。

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頂くとともに、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、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) 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。



## ＜基本計画書＞

次世代移動通信システムの周波数高度利用技術に関する研究開発  
～異種無線システム動的利用による信頼性向上技術の研究開発～

## 1. 目的

移動通信システムにとって使い勝手のよい6GHz以下の帯域（VHF、UHF、低マイクロ波帯）については、携帯電話をはじめとして極めて稠密に利用されており（全無線局の99%以上）、深刻な電波の逼迫状況が生じている。こうした状況の中、逼迫している電波をより有効かつ効率的に活用しつつ特にニーズの高い移動通信に必要な周波数帯域を確保するためには、移動通信システムにおける周波数の高度利用を実現する技術の研究開発が必要不可欠である。

そのためには、異なる無線方式・周波数の無線を束ねることにより、無線リソースの有効利用を実現することが有効である一方、無線方式や通信環境により通信の信頼性は異なることから、異なる無線方式・周波数の無線を束ねることにより、より高い信頼性を追求することも可能と考えられる。そこで、あるエリアに提供されている複数の無線を協調的に制御することにより、一つだけの無線方式では得られない高い信頼性と、無線リソースの効率的利用とを同時に実現させるための技術の研究開発を行い、電波の有効利用に資する。

## 2. 政策的位置付け

「重点計画-2007」（平成19年7月、IT戦略本部）において、以下のとおり明記されているところである。

## 【抜粋】

## Ⅱ 政策パッケージを推進するための施策

## 1. 効率性・生産性向上と新価値の創出の推進

## 1. 3 ICT産業の国際競争力強化等

## (4) ICT産業の国際競争力強化のための重点3分野の取組の強化

## (ウ) モバイル分野における国際競争力強化に資する研究開発（総務省）

国際競争力を有する携帯電話システムの開発に資するため、携帯電話の通信機能の高度化を低廉なコストにより実現可能とする共通プラットフォームの研究開発を推進し、2010年までに実現を図る。

また、多数の関係者が共同して実証実験を行える試験環境を構築することにより、第3世代携帯電話の発展型技術あるいは第4世代移動通信システムの要素技術の研究開発及び国際標準化を推進し、2010年までに実現を図る。

### 3. 創造的発展基盤の整備

#### 3. 1 多様なサービスを安全かつ簡易に利用できる次世代モバイル生活基盤の構築

##### (2) 次世代の高速モバイル技術の実用化に向けた取組等

###### (ア) 第4世代移動通信システムの実現に向けた取組の推進（総務省）

現在の100倍のデータ伝送速度を持つ第4世代移動通信システムについて、要素技術の研究開発・実証実験、他の無線システムとの周波数共用に関する技術試験を実施するとともに、使用する周波数帯の決定、具体的な無線通信方式の検討など国際電気通信連合（ITU）の国際標準化活動に積極的に寄与し、2010年度までに実現を図る。

###### (ウ) 電波資源拡大のための研究開発（総務省）

2010年までに、電波利用の進んでいない周波数帯（ミリ波帯等）において容易に無線システムの利用を可能とする技術や、携帯端末が周囲の電波利用環境を適切に把握し、その環境に自律的に適応する技術（コグニティブ無線通信技術）等を実現するため、未利用周波数帯の開拓や周波数有効利用技術の高度化に資する研究開発を実施する。

また、ICT国際競争力懇談会での最終とりまとめ（平成19年4月）において、重点分野における基本戦略として以下のとおり明記されているところである。

#### 【抜粋】

#### II ワイヤレス分野

#### 3 国際競争力強化に向けた具体的取組方策

##### (3) 日本技術の国際展開に向けた研究開発・標準化・知的財産権獲得

日本企業が次世代移動通信システムの研究開発により獲得する知的財産権が標準に反映されることが重要であり、日中韓やアジア太平洋電気通信共同体における連携、先進諸国との間の連携を図りながら、日本の研究開発リソースを結集した特区的な地域において研究開発や実証実験を推進し、戦略的な研究開発・標準化を進めることが重要である。

こうした各種の政府方針等に鑑み、本研究開発を推進することが必要である。

### 3. 目標

移動通信においては、無線方式や周波数の異なる複数の無線サービスが提供されている。また、簡単に配置できる家庭用の無線LANに代表されるような自営無線ネットワークの普及が続いているなど、商用サービス以外の無線局も増加し続けている。このような状況下において、従来の無線通信方式には変更を加えず、あるエリアに提供されている複数の無線を協調的に制御することにより、一つだけの無線方式では得られない高い信頼性と、周波数全体での利用率の均等化による無線リソースの効率的利用とを同時に実現させるための技術の研究開発を行う。また、本研究

開発成果については、国際標準化を行っているITU-R等への提案を積極的に行う。

#### 4. 研究開発内容

##### (1) 概要

無線ネットワークの信頼性の向上と無線リソースの有効利用を同時に実現させるために、異なる無線方式・周波数の無線を束ね、高度な無線環境センシングに基づいて制御する異種無線動的利用ネットワークについて研究開発を行う。

なお、本課題においては、異種無線動的利用ネットワークとして、代表的な無線システムを複数具備した評価端末、プロトタイプ基地局、無線機能とのクロスレイヤ連携を行うサーバネットワークを対象に研究を進め、異種無線協調ネットワーク技術と公衆自営連携アクセスネットワーク制御技術からなる将来的な異種無線動的利用ネットワークの実用化を見据えた汎用性の高い技術の研究開発を行うこととする。

##### (2) 技術課題および到達目標

###### ア 異種無線協調ネットワーク技術

###### (技術課題)

無線通信に対する要求は日々高まっており、無線通信に対するより高度な信頼性が求められている。信頼性の観点からは必達性が重要となる。一つの無線で必達性を高めるためには、従来は端末の置かれた状況を配慮せず常に同じパケットを数回繰り返し送る、特定の端末のために連続して一定の帯域幅を固定的に割り当てておくなどの手法が一般的であるが、これでは無線リソースの効率的利用が阻害されることとなる。さらに一つの無線でのカバレッジには限界があり、そのカバレッジ外の端末への到達はどうやっても保証できない。このため、信頼性を高めた通信を提供可能な技術の導入が求められている。

近年、複数の無線を束ねて取り扱うことにより、トラフィックの集中を回避して効率的に無線リソースを利用する技術が確立しつつある。上述の課題を解決する方法として、各通信の重要度や緊急性に応じて無線をその都度使い分ける手法をここに重畳することで、必要に応じた必達性を提供できる異種無線協調ネットワークを構成する技術が有効と考えられる。

さらに、異種無線協調ネットワークに、各無線システムに備わっているスケジューラ技術で提供される優先度を組み合わせることで、より高い信頼性を提供することが期待できる。しかし、現状のスケジューラ技術では端末に対して固定的に優先度が設定されるため、そのままでは無線環境に応じて柔軟に各無線を利用する異種無線協調ネットワークとは組み合わせることが出来ない。このため、異種無線協調ネットワークで利用できるように柔軟に優先度を利用するための技術が必要である。

信頼性の向上と併せて、無線リソースそのもののさらなる拡張についても、

増え続ける無線通信の需要を満たすためには不可欠である。無線ネットワークの一層柔軟な利用による無線利用効率向上を目指し、通信トラフィックの上下非対称性や無線方式の基地局一端末間の帯域幅の上下非対称性を活用して、送受トラフィックが異なる無線方式・周波数を選択することが可能な非対称型ネットワークの検討も必要である。

そして、これらの技術を実現するためには、無線環境センシング技術と、端末と基地局での無線環境情報の交換によりエリア内の全端末の置かれた状況を基地局側で刻一刻と把握する技術を合わせて研究開発することが不可欠である。

上記の信頼性向上と非対称型ネットワークを同時に実現することで、無線通信により高い信頼性とより多くの通信容量を提供することが求められている。

そこで、これらを実現するために以下の技術研究開発を実施する。

(a) 異種無線協調ネットワーク品質制御技術

- ・ 異種無線協調ネットワークにおいて、無線環境情報やトラフィック情報にもとづき、複数の無線を高速に使い分けすることで信頼性向上と無線リソースの有効利用を実現する技術
- ・ 複数の無線を同時に活用しつつ、各無線方式に備わったスケジューラ技術も併せて利用することで、高い信頼性を実現する技術
- ・ 無線端末と基地局で連携して無線環境情報の交換を行うことにより、より適切な無線の選択を可能にするノード＝リソースマネージャ間連携技術

(b) 非対称型異種無線協調ネットワーク構成技術

- ・ トラフィックや無線方式の非対称性に着目し、常に双方向で同じ無線方式を選択するのではなく、送受で別々に選択する自由度をもたせることで、無線ネットワークをより一層柔軟に利用し、無線リソースをより効率的に利用する通信技術の開発。

(c) 異種無線協調ネットワークのレイヤ間連携技術

- ・ 無線ネットワーク内のトラフィックに関する情報を上位レイヤと連携することで取得し、流れるトラフィックの特性に合わせた無線の選択を可能とする技術。また逆に端末の状況を上位レイヤ側に提供することで、上位レイヤ側で適切なアプリケーション選択やそのパラメータ調整を可能にする技術。

(到達目標)

6GHz 以下の周波数帯において、同時に複数の無線方式や周波数の異なる無線を協調させ、通信品質と無線利用効率向上のキーである無線使い分け切替の周期を1秒以下に抑えることを可能とする技術を開発する。無線環境センシング技術の高度化とレイヤ間連携技術の開発により、端末のおかれた通信環境や扱うアプリケーションが要求する品質に応じて最適に無線リソースを配分する

ことを可能にし、エリア内のユーザに高い信頼性を提供できる無線協調ネットワーク技術を実現する。また、省電力性も最適化の指標に組み込んだ非対称接続技術により一層の無線リソースの効率利用を図る。

最終的にこれらの技術を統合し、端末の通信環境やアプリケーションが要求する品質に応じて最適に無線リソースを配分することでエリア内のユーザ全体に対して高い信頼性を提供する無線協調ネットワーク技術を実現する。

なお、上記の目標を達成するにあ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 20 年度)

(a) 異種無線協調ネットワーク品質制御技術

- ・ 異種無線間で高精度に回線品質制御を行うため、無線方式の回線品質の定量化手法に関してシミュレーションなどを用いて評価検討する。
- ・ 従来の無線で準備されているスケジューラ技術を異種無線協調ネットワークから利用するためのアーキテクチャや機能モデルを検討・考案し基本インターフェースを設計する。

(b) 非対称型異種無線協調ネットワーク構成技術

- ・ 非対称型接続のリンク毎および end-to-end の制御シーケンスを検討し、無線環境情報と組み合わせた評価装置の基本設計を行う。

(c) 異種無線協調ネットワークのレイヤ間連携技術

- ・ リソースマネージャの基本アーキテクチャを検討し、アプリケーションサーバ側インターフェースを設計する。

(平成 21 年度)

(a) 異種無線協調ネットワーク品質制御技術

- ・ 品質制御に必要な無線環境センシング機能について検討を行い、複数の技法に関して各種条件下での有効性を検討する。
- ・ 品質制御と電波利用効率向上を組み合わせるアルゴリズムを検討・考案する。シミュレーション評価を行い、演算量なども考慮してトータルに最適化された評価システム仕様を作成する。

(b) 非対称型異種無線協調ネットワーク構成技術

- ・ 非対称型のネットワーク構成を評価するシステムを構築し、基本動作およびアルゴリズムを検証する。

(c) 異種無線協調ネットワークのレイヤ間連携技術

- ・ 連携技術を評価するための評価システムを設計すると同時に試験環境の整備を行う。

(平成 22 年度)

(a) 異種無線協調ネットワーク品質制御技術

- ・ アプリケーションからの要求に対応して品質制御を可能にする技術を検

討・考案する。

- ・ 基地局、端末が提供できる無線品質を、アプリケーションに有意な形で提供する技術を検討・考案する。

(b) 非対称型異種無線協調ネットワーク構成技術

- ・ 無線品質制御と非対称型を両立させるアルゴリズムを検討・考案し、評価システムむけの仕様を策定する。

(c) 異種無線協調ネットワークのレイヤ間連携技術

- ・ システムの制御プレーンの設計を行い、インターフェースを策定する。

(平成 23 年度)

- ・ 無線品質制御、非対称型、レイヤ間連携技術を統合したアルゴリズムを検証する評価システムを構築する。
- ・ 評価システムに対して試験環境を用いて各種試験を行い、考案技術の有効性を検証する。

## イ 公衆自営連携アクセスネットワーク制御技術

(技術課題)

トラフィックの発生状況などの変化に対応して、柔軟に電波を利用するアクセスネットワークが求められている。将来のアクセスネットワークは、固定的に設置されて常時運用される基地局などに限らず、必要時に持ち込まれて稼動するアクセスポイントも含むと考えられる。前者は計画的に設置されて運用される公衆アクセスネットワークを構成し、後者は、個別的に設置されて運用される自営アクセスネットワークを構成する。それぞれのアクセスネットワークの無線通信システムの特性に依じて、両アクセスネットワークを連携させて、通信を途切れさせないアクセスネットワークを構成する必要がある。

しかしながら、従来の無線通信システムのアクセスネットワーク制御技術は、計画的に設置、運用される公衆アクセスネットワークを前提としているため、上記のように個別的に設置、運用される自営アクセスネットワークが混在する環境には対応できない。そこで、公衆／自営アクセスネットワーク間で、電波の干渉を避けて、無線リソースの有効利用を実現する新たな技術が求められる。

まず、トラフィックの発生状況などに応じて、適切な自営アクセスネットワークを選択して、直接型、中継型などのトポロジーを持つテンポラリな自営アクセスネットワーク内を動的に構成または再構成する技術が必要である。また、公衆／自営アクセスネットワークが連携してカバレッジの制御ならびにトラフィックの負荷分散制御などを行い、公衆アクセスネットワークと自営アクセスネットワークを共存させて、無線リソースの利用を最適化する技術が必須となる。

さらに、公衆／自営アクセスネットワークが連携して、アプリケーションが要求する品質の確保と無線リソースの効率的な利用を両立させる技術が必要である。また、アクセスネットワークとアプリケーションを連携させて、アプ

リケーションがより高い品質で通信を行えるようにするため、公衆／自営アクセスネットワークの監視情報をアプリケーションに提供する技術が必須となる。

については、これらを実現するために、以下の技術の研究開発を実施する。

- (a) 公衆自営連携アクセスネットワーク動的構成技術
  - ・ トラフィックの発生状況などに応じて、適切な自営アクセスネットワークを選択して、直接型、中継型などのトポロジーを持つテンポラリな自営アクセスネットワーク内を動的に再構成する自営アクセスネットワーク動的構成技術。
  - ・ 公衆／自営アクセスネットワークが連携してカバレッジやトラフィックの負荷分散などを制御し、無線リソースの利用を最適化するアクセスネットワーク間連携制御技術。
- (b) 公衆自営連携アクセスネットワーク品質制御技術
  - ・ 公衆／自営アクセスネットワークが連携して、アプリケーションが要求する品質の確保と無線リソースの効率的な利用を両立させるアクセスネットワーク間連携品質制御技術。
  - ・ 公衆／自営アクセスネットワークの監視情報をアプリケーションに有益な形で提供するアクセスネットワーク間連携による監視情報提供技術。

(到達目標)

公衆／自営アクセスネットワークの連携において、一方のアクセスネットワークにおける無線リソース利用状況の変化が、他方のアクセスネットワークのトラフィック負荷分散制御に反映される時間を1秒以内に抑えることを可能とする公衆自営連携アクセスネットワーク制御技術を確立する。これにより、計画的に設置、運営される公衆アクセスネットワークと個別的に設置、運用される自営アクセスネットワークを連携させて無線リソースの最適利用を図り、流れるトラフィックを最大化するとともに通信品質の向上を図る。

なお、上記の目標を達成するにあ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20年度)

- (a) 公衆自営連携アクセスネットワーク動的構成技術
  - ・ 自営アクセスネットワーク動的構成技術の動的構成方式を検討・考案し、シミュレーション評価する。
  - ・ アクセスネットワーク間連携制御技術のカバレッジ監視・制御方式、負荷監視・分散制御方式を検討・考案し、シミュレーション評価する。基本テストベッドを構築する。

- (b) 公衆自営連携アクセスネットワーク品質制御技術
  - ・ アクセスネットワーク間連携品質制御技術の品質指標を検討し、品質／カバレッジ／負荷の関係を整理して、品質制御方式を検討・考案する。
  - ・ アクセスネットワーク間連携による監視情報提供技術の対象アプリケーションおよび所要監視情報の抽出検討を行う。

(平成 21 年度)

- (a) 公衆自営連携アクセスネットワーク動的構成技術
  - ・ 自営アクセスネットワーク動的構成技術の考案方式を試作して、基本テストベッド上で評価する。
  - ・ アクセスネットワーク間連携制御技術の考案方式を試作して、基本テストベッド上で評価する。
- (b) 公衆自営連携アクセスネットワーク品質制御技術
  - ・ アクセスネットワーク間連携品質制御技術の考案方式をシミュレーション評価し、考案方式を試作する。
  - ・ アクセスネットワーク間連携による監視情報提供技術では、監視情報取得方式を検討・考案し、考案方式および評価アプリケーションを試作する。

(平成 22 年度)

- (a) 公衆自営連携アクセスネットワーク動的構成技術
  - ・ 自営アクセスネットワーク動的構成技術とアクセスネットワーク間連携制御技術の両者を統合評価する実験システムを構築し、特性を評価する。
- (b) 公衆自営連携アクセスネットワーク品質制御技術
  - ・ アクセスネットワーク間連携品質制御技術の考案方式を基本テストベッド上で評価する。考案方式を実験システムに組み込む。
  - ・ アクセスネットワーク間連携による監視情報提供技術の考案方式を基本テストベッド上で評価する。考案方式を実験システムに組み込む。

(平成 23 年度)

- ・ 実験システム上で総合特性を評価すると共に、実証実験を実施する。

## 5. 実施期間

平成 20 年度から平成 23 年度までの 4 年間

## 6. その他

### (1) 他の研究開発との連携

本研究開発に関して、別途公募中である「異種無線システム協調制御による周波数有効利用技術の研究開発」と連携した研究開発が推進され、これらの研究開発が連携した統合的な実験・評価等によって実用的な成果を導出することが必要である。



そのため、提案者は、上記研究開発との連携方針について、できるだけ具体的に提案書に記載すること。また、提案の採択後、上記方針に従い、総務省および本研究開発の採択者と協議を行い、具体的な連携方法等を定めることとする。

(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とともに、異種無線協調ネットワーク技術及び公衆自営連携アクセスネットワーク制御技術の実用化について、将来見込みを記載し、提案すること。

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頂くとともに、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。

(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。

## ＜基本計画書＞

次世代移動通信システムの周波数高度利用技術に関する研究開発  
～同一周波数帯における複数無線システム間無線リソース制御技術の研究開発～

## 1. 目的

移動通信システムにとって使い勝手のよい6GHz以下の帯域（VHF、UHF、低マイクロ波帯）については、携帯電話をはじめとして極めて稠密に利用されており（全無線局の99%以上）、深刻な電波の逼迫状況が生じている。こうした状況の中、逼迫している電波をより有効かつ効率的に活用しつつ特にニーズの高い移動通信に必要な周波数帯域を確保するためには、移動通信システムにおける周波数の高度利用を実現する技術の研究開発が必要不可欠である。

そのためには、同一周波数帯において性質の異なる複数の無線システムを共存させることが有効である。そこで、このような複数の無線システムの共存を、無線ネットワーク間の協調制御技術により実現するための研究開発を行い、もって電波の有効利用に資する。

## 2. 政策的位置付け

「重点計画-2007」（平成19年7月、IT戦略本部）において、以下のとおり明記されているところである。

## 【抜粋】

## Ⅱ 政策パッケージを推進するための施策

## 1. 効率性・生産性向上と新価値の創出の推進

## 1. 3 ICT産業の国際競争力強化等

## (4) ICT産業の国際競争力強化のための重点3分野の取組の強化

## (ウ) モバイル分野における国際競争力強化に資する研究開発（総務省）

国際競争力を有する携帯電話システムの開発に資するため、携帯電話の通信機能の高度化を低廉なコストにより実現可能とする共通プラットフォームの研究開発を推進し、2010年までに実現を図る。

また、多数の関係者が共同して実証実験を行える試験環境を構築することにより、第3世代携帯電話の発展型技術あるいは第4世代移動通信システムの要素技術の研究開発および国際標準化を推進し、2010年までに実現を図る。

### 3. 創造的発展基盤の整備

#### 3. 1 多様なサービスを安全かつ簡易に利用できる次世代モバイル生活基盤の構築

##### (2) 次世代の高速モバイル技術の実用化に向けた取組等

##### (ア) 第4世代移動通信システムの実現に向けた取組の推進（総務省）

現在の100倍のデータ伝送速度を持つ第4世代移動通信システムについて、要素技術の研究開発・実証実験、他の無線システムとの周波数共用に関する技術試験を実施するとともに、使用する周波数帯の決定、具体的な無線通信方式の検討など国際電気通信連合（ITU）の国際標準化活動に積極的に寄与し、2010年度までに実現を図る。

##### (ウ) 電波資源拡大のための研究開発（総務省）

2010年までに、電波利用の進んでいない周波数帯（ミリ波帯等）において容易に無線システムの利用を可能とする技術や、携帯端末が周囲の電波利用環境を適切に把握し、その環境に自律的に適応する技術（コグニティブ無線通信技術）等を実現するため、未利用周波数帯の開拓や周波数有効利用技術の高度化に資する研究開発を実施する。

また、ICT国際競争力懇談会での最終とりまとめ（平成19年4月）において、重点分野における基本戦略として以下のとおり明記されているところである。

#### 【抜粋】

#### II ワイヤレス分野

#### 3 国際競争力強化に向けた具体的取組方策

##### (3) 日本技術の国際展開に向けた研究開発・標準化・知的財産権獲得

日本企業が次世代移動通信システムの研究開発により獲得する知的財産権が標準に反映されることが重要であり、日中韓やアジア太平洋電気通信共同体における連携、先進諸国との間の連携を図りながら、日本の研究開発リソースを結集した特区的な地域において研究開発や実証実験を推進し、戦略的な研究開発・標準化を進めることが重要である。

こうした各種の政府方針等に鑑み、本研究開発を推進することが必要である。

### 3. 目標

現在の移動通信システムは、単一の無線システムで構成された無線ネットワーク

として運用されているが、今後の多様なシーンでの利用ニーズを満たすことのできる将来の移動通信環境の実現には、性質の異なる複数の無線システムの導入が必要である。複数無線システムの導入には、現状では原則として複数の周波数帯が必要となるため、同一周波数帯におけるシステムの共存といった周波数の高度利用が可能になれば、周波数の利用効率を飛躍的に向上させることができる。また、このような条件の下では、ユーザの各システムに対する利用ニーズは刻々と変化するため、そのサービス品質を維持しながら周波数資源を効率的に使用できるような無線ネットワーク間の協調動作が重要となる。そのため、周波数帯域を共有している異なる無線ネットワークが相互に利用ニーズや無線リソースの使用状況を把握し合い、周波数利用における優先度を考慮した協調制御を行うことのできる無線ネットワーク協調制御技術を確立することを目標とする。なお、本研究開発は、フレキシブルかつ効率的な周波数リソースの利用を行う次世代移動通信システムの構成要素となる各先進技術の確立に重点を置き、特許等の権利化や IEEE1900.4 といった国際標準化への提案も念頭に実施する。

#### 4. 研究開発内容

##### (1) 概要

携帯電話システムやBWAなどの多種移動無線方式の柔軟かつ効率的な周波数利用のため、共有する周波数内における無線ネットワーク協調制御技術に関する研究開発を行う。検討内容は大きく分けて2つに分類できる。第1は同一事業者の中で性質の異なる無線システムを効率的に共存させる（ア）同一事業者内RAN（無線アクセスネットワーク）間協調制御技術の検討である。第2は、複数事業者が特定の周波数を共用して運用する（イ）複数事業者内RAN間同一周波数帯共用技術である。両技術とも同一周波数帯に複数の無線システムが存在する場合において周波数利用効率向上に資するものであるが、（ア）の同一事業者内RAN間協調技術は、同一事業者内に共存する無線システム間に関するものであり、トラフィック情報等の多様な情報をリアルタイムに交換でき、より理想に近い特性を目指した研究開発である。一方、（イ）の複数事業者内RAN間協調制御技術は、異なる事業者が運用する無線システム間に関する制御技術であり、無線システム間で交換できる情報が制限されるため、より自律的な運用を目指した研究開発である。また、両方式を組み合わせることにより、更なる特性向上も期待することができる。

##### (2) 技術課題および到達目標

## ア 同一事業者内RAN間協調制御技術の研究開発

### (技術課題)

現在の携帯電話システムは音声通話だけでなくデータ通信においても幅広い用途で利用されており、今後さらにデータ通信の利用が拡大すると想定される。それらの新たなデータトラヒックを収容するため、携帯電話システムの無線伝送速度の高速化および周波数利用効率の向上が求められており、3Gの高度化技術や4Gに向けた研究開発が進められている。また、今後の利用シーンの拡大に伴い、各地域に適した新しい高効率無線方式が導入されることが考えられるが、各無線方式における最適なセル構成、周波数利用方法、トラヒックパターンは異なる。更にトラヒックパターンは、ユーザの利用地域、時間帯等に応じて時々刻々と変化する。従来は、無線システム間の電波干渉を回避するため、周波数の利用率を犠牲にしながらい異なる無線周波数帯域で運用するか、あるいは、電波環境やトラヒックの変動を考慮せずに干渉を固定的に設計することで、周波数利用の柔軟性や効率を犠牲にしながらい同一の無線周波数帯域で運用してきた。しかし、更なる周波数の利用効率の向上を実現するには、(a)最適な無線パラメータをリアルタイムかつ協調的に制御する技術(事業者内リソース割当制御技術)が必要であり、そのためには、(b)各無線システムの無線リソースの利用状況を逐次把握する技術(マルチシステム対応信号識別技術)が重要である。これらの技術を開発することにより、同一周波数内において、旧世代の無線方式と将来システムを効率よく共存させることが可能となると共に、同種の将来システム内においても効率的な運用を実現することができる。また、それらの技術を評価するには、(c)複数システムが混在した場合の実環境を模擬するシミュレータ(マルチシステム対応チャネルシミュレート技術)が必要になる。

そこで以下の技術開発が必要となる。

#### (a) 事業者内リソース割当制御技術

今後の携帯電話の無線ネットワークは、パケット交換を前提とした高速な変動レート通信の提供に軸足が移っていくと予測される。これらの無線アクセス方式は無線ネットワーク毎に異なっているが、無線ネットワークは相互に補完関係にあるため、同一事業者内での並存が可能である。このとき、ユーザは移動局の能力と各自のシーンに応じて利用する無線ネットワークを選択するため、刻々と変化する無線ネットワークの利用ニーズによってそれぞれの無線アクセスが要する無線リソース量も変化する。そのため、事業者が各無線ネットワークに割り当てるリソースを調整することで、全体の収容トラヒック量を増大させることが可能である。これを実現するためには、ユ

ユーザの利用ニーズの地理的分布に基づいて、同一事業者内の異なる無線ネットワークを自動かつダイナミックに協調制御することが重要であり、以下のような技術課題を解決する必要がある。

(a-1) ユーザトラヒックに応じたリソース割当と負荷分散

各無線ネットワークにおけるユーザの通信要求や通信状態の変化をセル毎に収集分析し、ユーザ分布、利用地域等によって異なる無線ネットワークの優先度と負荷に応じて無線リソースを割当てる技術であり、

－周波数領域における制御

－空間領域における制御

等のアプローチがある。

(a-2) マルチリンク無線リソース共有

複数の無線ネットワークに対応した移動局に対して、その利用可能な全ての無線アクセスの効率を考慮して無線リソースを割り当てることで収容トラヒックを更に増大させる制御技術

(b) マルチシステム対応信号識別技術

複数の無線方式が同一周波数で共存する条件において、空間及び周波数資源を効率的に割り当てるためには、異なる無線方式内及び同一無線方式内において各無線局の周波数利用率を把握することが必要である。また、新しい無線方式の積極的な導入のためには、無線受信機に、それぞれの無線方式に対応した復調機能の追加を必要としない信号識別技術を実現することが重要である（復調機能の追加は無線機の電力消費に影響を与えるため、省電力化の観点からは特に求められる性質である）。

さらに、無線状態に関する詳細な情報を同時に検出することにより、より効率の良い無線リソースの制御を行うことが可能となる。これらの技術の実現のためには下記の技術課題がある。

(b-1) 復調処理を伴わない信号識別

新しい無線方式の導入の際にも回路を増設せず、受信信号が利用している無線方式を、（例えば変調信号の自己相関の様な統計的な特徴を活用して）復調処理を用いずに特定する技術

(b-2) 無線識別子の付与

より効率の良い無線リソースの制御を行うための詳細情報を送信するた

めに、送信回路において、当該の信号識別技術によって特定できる識別子を付与する技術（既存の無線方式が新規の無線方式と共存する場合も考慮すると、既存の無線方式への影響がない事が望ましい）

(c) マルチシステム対応チャネルシミュレート技術

次世代の無線方式には、マルチアンテナ技術の採用が有力視されている。次世代を含む複数の無線システムが周波数を共用した場合の特性評価を行うには、時間、周波数に加え、空間、アンテナの特性を考慮した無線環境を模擬するチャネルシミュレート技術が必要である。

(到達目標)

単一事業者内において複数のシステムが周波数を効率よく共有する同一事業者内RAN間協調制御技術の実現に向けて、各システムの無線ネットワークと端末が連携して無線システムをリアルタイムに制御する事業者内リソース割当制御技術、無線リソース利用状況を瞬時に検出するマルチシステム対応信号識別技術に関する技術を確立する。更に、複数システムに対応したチャネルエミュレート装置の開発を行い、当該技術の有効性の確認のため、実験により特性の評価を行う。

従来の検討では、個別の要素技術の提案に留まっていたが、本検討ではシステム全体としての明確な定量評価を行う。当該技術を適用することで、複数の無線システム間で共存を行った場合、都市部で典型的な小セル環境において収容トラヒック量を2倍に増加させ、その結果、各ユーザが享受できる実効スループットを倍増させ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各年度の目標については、以下の例を想定している。

(例)

(平成20年度)

(a) 事業者内リソース割当制御技術

- ・ NW主導型および端末主導型のリソース制御技術の検討を行う。

(b) マルチシステム対応信号識別技術

- ・ 単一无線チャネルにおける複数の無線方式の信号の性質の違いを利用した信号識別アルゴリズムの検討を行う。
- ・ 前項の信号識別アルゴリズムの評価用シミュレータを構築し、単一周波、複数の異なる無線方式が共存する環境における基本識別成功率特性の評

価を行う。

- ・ 前項の信号識別アルゴリズムで利用する信号の性質を同一無線方式の信号へ付与するための無線識別子付与技術の検討を行う。
- (c) マルチシステム対応チャネルシミュレート技術
  - ・ 多システム対応のチャネルシミュレータ（単一周波、有線接続）を開発する。
  - ・ 限定したシナリオにおける時空間チャネルモデルの基本検討を行う。
  - ・ 時空間チャネル測定器の基本設計を行う。

(平成 21 年度)

- (a) 事業者内リソース割当制御技術
  - ・ Network と端末の連携型制御方式、信号識別技術の利用による高度化制御方式を適用したリソース制御技術の検討を行う。
- (b) マルチシステム対応信号識別技術
  - ・ 無線識別子付与技術の評価用シミュレータを構築し、単一周波における基本識別成功率特性の評価を行う。
  - ・ 複数周波における信号識別アルゴリズムを、単一周波の場合のアルゴリズムを基本として検討を行う。
- (c) マルチシステム対応チャネルシミュレート技術
  - ・ チャネルシミュレータの技術検証を行う（無線接続、単一システム）。
  - ・ 複数セルシナリオ対応した時空間チャネルモデルの高度化を行う。
  - ・ チャネル測定器を開発する。

(平成 22 年度)

- (a) 事業者内リソース割当制御技術
  - ・ 事業者内リソース割当制御技術における単一モード端末と基地局を想定したリソース割当て制御技術の検討を行う。
  - ・ 事業者内リソース割当制御技術におけるマルチモード端末を想定したリソース割当て制御技術の検討を行う。
- (b) マルチシステム対応信号識別技術
  - ・ 前年度に検証したチャネルシミュレータと単一周波の信号識別アルゴリズムを組み合わせ用いた場合の識別成功率特性の評価を行う。
    - － 同一事業者内 RAN 間協調制御技術の評価装置を開発する。
    - － 複数周波における信号識別アルゴリズムを前年度に構築した単一周波用シミュレータを基本として構築し、特性の評価を行う。
- (c) マルチシステム対応チャネルシミュレート技術
  - ・ 多周波シナリオに対応した時空間チャネルモデルの高度化の検討を行う。
  - ・ チャネルシミュレータの技術検証を行う（無線接続、複数システム）。



(平成 23 年度)

- ・ 事業者内リソース割当制御技術におけるマルチ無線システム環境を想定したリソース割当て制御方式の検討を行う。
- ・ 事業者内リソース割当制御技術における信号識別技術の利用による制御高度化技術の検討を行う。
- ・ 同一事業者内 RAN 間協調制御技術のシステム実験を行う。
- ・ チャンネルシミュレータの高度化を行う。(多周波、複数システム)

#### イ 複数事業者 RAN 間同一周波数帯共用技術の研究開発

(技術課題)

無線通信システムの高速度・多様化に伴って、通信に必要とされる周波数帯域は大きく増大している一方で、広域な無線通信に利用可能な周波数は、一般的に数 GHz 以下と限られている。こうした状況下で周波数を有効に活用する一つの手段として、上記(ア)の同一事業者内 RAN 間協調制御に加え、同一周波数帯を複数事業者 RAN 間で共有し運用する方法がある。例えば IEEE 802.22 では地上波デジタル放送周波数帯における二次無線業務の共用利用手法に関する標準化作業が開始されているが、将来的なアプリケーションの多様化ならびに無線リソース需要の著しい増加に対処するには、無線業務/事業者に対するよりダイナミックかつフレキシブルな無線リソース分配が必要である。この実現には複数業務/事業者 RAN 間で協調した無線リソースの制御技術が有効であると考えられるが、実際には異なる RAN 間で交換可能な情報は大きく制限される。従って、周波数スペクトラム利用状況の高精度センシング技術等を用いた自律的運用手法の確立が、周波数資源の利用効率改善に向けて必要となる。また、複数の RAN 間で交換可能な情報を最大限利用して周波数帯共用を容易にする技術も重要である。

(到達目標)

同一周波数を複数業務/事業者で共用する複数事業者 RAN 間同一周波数帯共用技術を実現するため、高精度スペクトルセンシングや共通制御チャンネル等を用いて他システムからの干渉検知、与干渉回避、被干渉除去を行なう要素技術を確認する。そして、既存 RAN のスループットが飽和状態に対しての 80% の高トラフィック状態において新規 RAN の無線リンクが確立でき、既存 RAN のスループット低下を 10% 以下に抑えつつ共用周波数帯における平均残留スペクトラムを 60% 以上削減する。

なお、上記の目標を達成するに当たっての各年度の目標については、以下の例を想定している。

(例)

(平成 20 年度)

- ・ 異システム RAN 間の効率的な周波数共用に必要な高精度スペクトラムセンシング・干渉回避等の方式立案を行う
- ・ 異システム RAN 間で交換可能な情報ならびにその利用方法に関する基礎検討を行う

(平成 21 年度)

- ・ 異システム RAN 間高効率周波数共用方式を評価可能なシミュレータの開発を行う。
- ・ 異システム RAN 間高効率周波数共用に向けた自律分散制御の方式設計を行う。

(平成 22 年度)

- ・ 異システム RAN 間高効率周波数共用に向けた自律分散制御方式の詳細設計を行い、シミュレーションにより定量的な検討を行う。
- ・ 異システム RAN 間の情報交換を利用した高効率周波数共用方式の方式設計を行う。

(平成 23 年度)

- ・ 異システム RAN 間高効率周波数共用方式の改良を行い、到達目標が達成可能であることを検証する。

## 5. 実施期間

平成 20 年度から平成 23 年度までの 4 年間

## 6. その他

### (1) 他の研究開発との連携

本研究開発に関して、別途公募中である「異種無線システム協調制御による周波数有効利用技術の研究開発」と連携した研究開発が推進され、これらの研究開発が連携した統合的な実験・評価等によって実用的な成果を導出することが必要である。

そのため、提案者は、上記研究開発との連携方針について、できるだけ具体的に提案書に記載すること。また、提案の採択後、上記方針に従い、総務省および本研究開発の採択者と協議を行い、具体的な連携方法等を定めることとする。

## (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、同一事業者内RAN間協調制御技術及び複数事業者RAN間同一周波数帯共用技術の実用化について、将来見込みを記載し、提案すること。

研究開発の実施に当たっては、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、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ともに、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。

## (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、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。

## ＜基本計画書＞

次世代移動通信システムの周波数高度利用技術に関する研究開発  
～異種無線システム協調制御による周波数有効利用技術の研究開発～

## 1. 目的

移動通信システムにとって使い勝手のよい 6GHz 以下の帯域（VHF、UHF、低マイクロ波帯）については、携帯電話をはじめとして極めて稠密に利用されており（全無線局の 99%以上）、深刻な電波の逼迫状況が生じている。こうした状況の中、逼迫している電波をより有効かつ効率的に活用しつつ特にニーズの高い移動通信に必要な周波数帯域を確保するためには、移動通信システムにおける周波数の高度利用を実現する技術の研究開発が必要不可欠である。

そのため、現在は用途別に周波数割り当てが行われているところであるが、今後複数の異種無線システム間の共同利用を可能とする技術を導入していくことが有効と考えられる。そこで、無線システム非依存型のネットワークマネジメントや、空き帯域や干渉発生を監視可能とするセンシング技術など、周波数の共同利用を可能とするために必要な異種無線システム協調制御技術の研究開発を行い、もって電波の有効利用に資する。

## 2. 政策的位置付け

「重点計画-2007」（平成 19 年 7 月、IT 戦略本部）において、以下のとおり明記されているところである。

## 【抜粋】

## Ⅱ 政策パッケージを推進するための施策

## 1. 効率性・生産性向上と新価値の創出の推進

## 1. 3 ICT 産業の国際競争力強化等

## (4) ICT 産業の国際競争力強化のための重点 3 分野の取組の強化

## (ウ) モバイル分野における国際競争力強化に資する研究開発（総務省）

国際競争力を有する携帯電話システムの開発に資するため、携帯電話の通信機能の高度化を低廉なコストにより実現可能とする共通プラットフォームの研究開発を推進し、2010 年までに実現を図る。

また、多数の関係者が共同して実証実験を行える試験環境を構築することにより、第 3 世代携帯電話の発展型技術あるいは第 4 世代移動通信システムの要素技術の研究開発及び国際標準化を推進し、2010 年までに実現を図る。

### 3. 創造的発展基盤の整備

#### 3. 1 多様なサービスを安全かつ簡易に利用できる次世代モバイル生活基盤の構築

##### (2) 次世代の高速モバイル技術の実用化に向けた取組等

###### (ア) 第4世代移動通信システムの実現に向けた取組の推進（総務省）

現在の100倍のデータ伝送速度を持つ第4世代移動通信システムについて、要素技術の研究開発・実証実験、他の無線システムとの周波数共用に関する技術試験を実施するとともに、使用する周波数帯の決定、具体的な無線通信方式の検討など国際電気通信連合（ITU）の国際標準化活動に積極的に寄与し、2010年度までに実現を図る。

###### (ウ) 電波資源拡大のための研究開発（総務省）

2010年までに、電波利用の進んでいない周波数帯（ミリ波帯等）において容易に無線システムの利用を可能とする技術や、携帯端末が周囲の電波利用環境を適切に把握し、その環境に自律的に適応する技術（コグニティブ無線通信技術）等を実現するため、未利用周波数帯の開拓や周波数有効利用技術の高度化に資する研究開発を実施する。

また、ICT国際競争力懇談会での最終とりまとめ（平成19年4月）において、重点分野における基本戦略として以下のとおり明記されているところである。

#### 【抜粋】

##### II ワイヤレス分野

#### 3 国際競争力強化に向けた具体的取組方策

##### (3) 日本技術の国際展開に向けた研究開発・標準化・知的財産権獲得

日本企業が次世代移動通信システムの研究開発により獲得する知的財産権が標準に反映されることが重要であり、日中韓やアジア太平洋電気通信共同体における連携、先進諸国との間の連携を図りながら、日本の研究開発リソースを結集した特区的な地域において研究開発や実証実験を推進し、戦略的な研究開発・標準化を進めることが重要である。

こうした各種の政府方針等に鑑み、本研究開発を推進することが必要である。

### 3. 目標

異種無線システム協調制御を利用した無線システム非依存型のネットワークにおいては、(1)ユーザが加入契約しているオペレータやMVNOオペレータ、(2)サービスプロバイダ（現在のインターネットサービスプロバイダや、IP電話ソフトウェア会社など）などがネットワークのマネジメントを行うことが考えられる。この

ように無線システム非依存型のネットワークでは複数のステークホルダー(利害関係者)が存在し、これらの利害関係者が複数の無線システムを協調して動作させるために、複数の無線システム間で連携して運用するためのインターフェースとプロトコルについて明確化する必要がある。

このような観点より、下記のような技術の確立が求められる。

#### ア 無線ネットワーク利用状況センシング/トラヒックコントロール技術

複数の異種無線システム間で周波数共用を行った際に課題となる、周波数利用効率の改善と、共用によって発生しうる被干渉・与干渉の検出と防止の2点の実現に必要な情報のセンシング技術を実現する。また、ネットワーク上の利害関係者が構築するネットワークマネージャからの指示も利活用し、異種無線システム間で協調運用を確実に実施できるような制御を実現する。

#### イ 異種無線ネットワークリソースマネージメント/システム切り替え技術

異種無線システムが混在する無線ネットワークにおいて、端末と無線システムから収集した情報に基づき、端末側にて端末の通信性能の向上と異種無線ネットワーク全体の負荷分散が可能な接続先決定及び端末の再構成を決定する。この際、各端末の目的に応じた情報の分析を高速に行い、ネットワークポリシーを生成して端末に伝達し端末の意思決定を補助すると共に、無線ネットワークの再構成を指示する。これにより、端末が単独で判断を行う場合と比較して、端末が利用できる通信帯域の向上と通信品質の安定化を図る。また、ネットワーク全体で使用できる通信容量の増大を実現する。

#### ウ 次世代移動通信システム試験評価

実環境においてセンシング/トラヒックコントロール技術、異種無線ネットワークリソースマネージメント/システム切り替え技術を検証するため、次世代移動通信システム試験用評価環境を構築し、検証を行う。

## 4. 研究開発内容

### (1) 概要

#### ア 無線ネットワーク利用状況センシング/トラヒックコントロール技術

異種無線システム間の周波数共用及び干渉防止のために、無線システム非依存型ネットワークに配備されたネットワークマネージャの要求に基づき、各無線ネットワークのトラヒック、および無線ネットワークに接続している基地局の電波利用状況、共用者同士の干渉をセンシングし、通知を行う技術(方式・インターフェース)について研究開発を行う。また、ネットワークマネージャの判断によるトラヒック切り替え制御や端末の再構成制御技術(方式・インタ

ーフェース)について研究開発を行う。

イ 異種無線ネットワークリソースマネージメント/システム切り替え技術  
無線ネットワークと端末側からのセンシング情報に応じて各ユーザに対する通信のポリシーを決定し、無線ネットワーク/端末側に通知するとともに、各ユーザ間で最適な無線ネットワークを切り替えて選択をする。

ウ 次世代移動通信システム試験評価

周波数利用の高効率化を検証するためには、既存及び現在標準化が完了しつつある新無線技術と共存可能な新無線システム、もしくは既存システムの一部改良などの検討が求められる。そのため、GSM/W-CDMA、WiMAX、IMT Advanced/LTEなど必要なネットワーク試験環境を構築し、これらの無線ネットワークを最適に切り替えて選択した場合の評価・検証を行う。

(2) 技術課題および到達目標

ア 無線ネットワーク利用状況センシング/トラヒックコントロール技術  
(技術課題)

複数の異種無線システム間で周波数の共用を実現可能とするためのセンシング及び情報収集技術が必要となる。しかし、複数の異種無線システム間ネットワークにおいて高い周波数利用効率実現と、与干渉・非干渉の監視のためのセンシング技術、またセンシングした結果を有効なカタチで格納する情報収集技術、また、端末側マネージャとネットワークマネージャが情報共有を行う上でのインターフェースやプロトコルについては十分に確立されていない。また、ネットワークマネージャからの指示に応じて、機器の異種無線への再構成が可能なコグニティブ基地局/コグニティブアクセスポイントはまだ存在しない。

そこで以下の技術の研究開発を実施する。

(a) センシング情報の広域な集約に関する研究開発

現状、無線アクセスネットワークごとに管理・収集されているトラヒック情報・無線情報等に関する情報などを、無線システム非依存型のネットワークマネージャが、非商用ネットワークを含めたあらゆる無線ネットワークから広域に集約する技術

(b) 異種無線システムにまたがる無線情報のセンシングに関する研究開発

同一周波数帯を利用する端末等が発する干渉雑音や、無線機器が存在する地点で認知できるあらゆる RAN に関する情報など、特定の無線システムに紐付かない情報に関してセンシングを行う技術

(c) コグニティブ基地局/コグニティブアクセスポイントの研究開発

ネットワークの使用状況をセンシングしネットワークマネージャに通知する機能を有し、またネットワークマネージャからの指示に従い無線の再構成を行うコグニティブ基地局/コグニティブアクセスポイントの研究開発

(到達目標)

異種無線システム間で周波数共用を行った際に課題となる、周波数利用効率の改善と、共用によって発生しうる被干渉・与干渉の検出と防止の2点の実現に必要な情報のセンシング技術を実現する。また、ネットワークマネージャからの指示に従い機器の再構成を確実に実施できるような制御を実現する。

なお、上記の目標を達成するに当たっての各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 20 年度)

- ・ ネットワークマネージャとセンシング機能を有する再構成可能なアクセスポイント(以下、アクセスポイントと呼ぶ)が、無線方式が既知の場合において、組み合わせで動作するように試作する。
- ・ 技術課題 ウにて構築される GSM/W-CDMA のネットワークを利用し、このネットワークを用いて上記の装置が干渉雑音を検出できることを定量的に評価する。

(平成 21 年度)

- ・ 平成 20 年度に設計したアクセスポイントを、総務省が別途指定するインターフェイスを持つ端末と組み合わせで動作するように改良を行い、干渉雑音を検出して適切な再構成が行えることを定量的に評価する。

(平成 22 年度)

- ・ 無線方式が未知の場合にも動作するようにアクセスポイントを改良し、既存利用者に干渉を与えずに一時的に使われていない周波数を有効に利用していることを定量的に評価する。

(平成 23 年度)

- ・ 平成 22 年度までに開発した装置を技術課題 ウにて構築された次世代移动通信システムに接続し、空き周波数を有効に利用し、既存利用者に干渉を与えず通信が行えることを実証的に評価する。

イ 異種無線ネットワークリソースマネジメント/システム切り替え技術  
(技術課題)



2G、3G、BWA、無線LANといった既存無線システムや次世代（4世代）移動通信システムが混在する無線ネットワークにおいて、無線ネットワークや端末から得られた情報に基づいて、端末が得る通信性能と無線ネットワーク全体の負荷を考慮したシステムの切り替えを行う技術が未整備である。

そこで以下の技術の研究開発を実施する。

(a) ネットワークポリシーに関する研究開発

端末側にて端末の通信性能の向上と無線ネットワーク全体の負荷分散が可能な接続先及び端末の再構成の決定を助けるためのネットワークポリシーの生成と、そのネットワークポリシーの端末への配布を行うソフトウェアの技術

(b) 負荷分散制御に関する研究開発

無線ネットワークの再構成を制御し、周波数の利用効率や端末の通信性能の向上、無線ネットワーク全体の負荷分散を行うソフトウェアの技術

(c) センシング情報解析に関する研究開発

端末の周囲の無線環境、無線システムのリソース、ネットワーク負荷に関して長期間にわたり収集・格納された情報について、目的に応じた情報の分析を高速に行って端末に提供するソフトウェアの技術

(d) 異種無線システム間セキュリティに関する研究開発

異種無線アクセスネットワークにおけるネットワーク間相互認証と通信の安全性の確保に関する技術

(到達目標)

異種無線システムが混在する無線ネットワークにおいて、端末と無線システムから情報を収集し、端末の通信性能の向上と異種無線ネットワーク全体の負荷分散を行う。この際、各端末の目的に応じた情報の分析を高速に行い、ネットワークポリシーを生成して端末に伝達すると共に、無線ネットワークの再構成を指示する。これにより、端末が単独で判断を行う場合（受信信号レベルのみで制御した場合）と比較して、端末が利用できる通信帯域の向上と通信品質の安定化を図る。また、ネットワーク全体で利用できる通信容量の1.5倍程度の増大を実現する。

なお、4.(1)イの評価に当たっては4.(1)アによる入力がない場合は評価できないため、上記の目標を達成するに当たっての各年度毎の目標については、4.(2)アと同様の例を想定している。

ウ 次世代移動通信システム試験評価

(技術課題)

周波数利用の高効率化を検証するためには、既存及び現在標準化が完了しつつある新無線技術と共存可能な新無線システム、もしくは既存システムの一部

改良などの検討が求められる。そのため、GSM/W-CDMA、WiMAX、IMT Advanced/LTE など必要なネットワーク試験環境を構築し、これらの無線ネットワークを最適に切り替えて選択した場合の評価・検証を行う。

(到達目標)

試験環境構築のため GSM/W-CDMA、WiMAX、IMT Advanced/LTE のネットワークを構築する。これらのネットワークを単独で動作させた場合、及び使用する無線を最適に切り替えて選択した場合のそれぞれについて、システム全体の視点から周波数利用効率の評価を行う。また、技術課題 ア及びイ によって開発された技術と接続し、これらの開発された技術について、被干渉/与干渉の検証と周波数利用効率の改善について検証を行う。

なお、上記の目標を達成するに当たっての各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 20 年度)

- ・ GSM/W-CDMA のネットワークを構築し、単独での周波数利用効率について定性的評価を行う。

(平成 21 年度)

- ・ WiMAX のネットワークを構築し、単独での周波数利用効率について定性的評価を行う。
- ・ 前述の WiMAX のネットワークと平成 20 年度に構築した GSM/W-CDMA のネットワークを組み合わせ、これらの無線ネットワークを最適に切り替えて選択した場合の周波数利用効率の改善について定性的評価を行う。

(平成 22 年度)

- ・ IMT Advanced/LTE のネットワークを構築し、単独での周波数利用効率について定性的評価を行う。
- ・ 前述の IMT Advanced/LTE のネットワークと平成 21 年度までに構築したネットワークを組み合わせ、これらの無線ネットワークを最適に切り替えて選択した場合の周波数利用効率の改善について定性的評価を行う。

(平成 23 年度)

- ・ 平成 22 年度までに技術課題 ア及びイにて開発された装置を、技術課題ウにて構築した評価試験環境に接続し、空き周波数を有効に利用し、1 次利用者に干渉を与えず通信が行えることを実証的に評価する。

## 5. 実施期間

平成 20 年度から平成 23 年度までの 4 年間

## 6. その他

### (1) 他の研究開発との連携

本研究開発に関して、別途公募中である「異種無線システム動的利用による信頼性向上技術の研究開発」、「同一周波数帯における複数無線システム間無線リソース制御技術」及び「異種無線システム対応端末技術の研究開発」と連携した研究開発が推進され、これらの研究開発が連携した統合的な実験・評価等によって実用的な成果を導出することが必要である。

そのため、提案者は、上記研究開発との連携方針について、できるだけ具体的に提案書に記載すること。また、提案の採択後、上記方針に従い、総務省および本研究開発の採択者と協議を行い、具体的な連携方法等を定めることとする。

### (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とともに、無線ネットワーク利用状況センシング/トラヒックコントロール技術及び異種無線ネットワークリソースマネージメント/システム切り替え技術の実用化について、将来見込みを記載し、提案すること。

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頂くとともに、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。

### (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。

## ＜基本計画書＞

次世代移動通信システムの周波数高度利用技術に関する研究開発  
～異種無線システム対応端末技術の研究開発～

## 1. 目的

移動通信システムにとって使い勝手のよい 6GHz 以下の帯域（VHF、UHF、低マイクロ波帯）については、携帯電話をはじめとして極めて稠密に利用されており（全無線局の 99%以上）、深刻な電波の逼迫状況が生じている。こうした状況の中、逼迫している電波をより有効かつ効率的に活用しつつ特にニーズの高い移動通信に必要な周波数帯域を確保するためには、移動通信システムにおける周波数の高度利用を実現する技術の研究開発が必要不可欠である。

そのため、現在は用途別に周波数割り当てが行われているところであるが、今後複数の無線システムを束ねて利用することを可能とする技術を導入していくことが必要である。合わせて、ネットワーク管理の手法もネットワーク側による集中管理から、複数ネットワークと端末間で協調した分散管理に緩やかに移行していくことが有効である。そこで、空き帯域や干渉発生を監視可能とするセンシング技術や、通信状況に応じた利用ネットワークの選択など、分散管理に必要なユーザ端末に必要な技術の研究開発を行い、電波の有効利用に資する。

## 2. 政策的位置付け

「重点計画-2007」（平成 19 年 7 月、IT 戦略本部）において、以下のとおり明記されているところである。

## 【抜粋】

## Ⅱ 政策パッケージを推進するための施策

## 1. 効率性・生産性向上と新価値の創出の推進

## 1. 3 ICT 産業の国際競争力強化等

## (4) ICT 産業の国際競争力強化のための重点 3 分野の取組の強化

## (ウ) モバイル分野における国際競争力強化に資する研究開発（総務省）

国際競争力を有する携帯電話システムの開発に資するため、携帯電話の通信機能の高度化を低廉なコストにより実現可能とする共通プラットフォームの研究開発を推進し、2010 年までに実現を図る。

また、多数の関係者が共同して実証実験を行える試験環境を構築することにより、第 3 世代携帯電話の発展型技術あるいは第 4 世代移動通信システムの要素技術の研究開発及び国際標準化を推進し、2010 年までに実現を図る。

### 3. 創造的発展基盤の整備

#### 3. 1 多様なサービスを安全かつ簡易に利用できる次世代モバイル生活基盤の構築

##### (2) 次世代の高速モバイル技術の実用化に向けた取組等

##### (ア) 第4世代移動通信システムの実現に向けた取組の推進（総務省）

現在の100倍のデータ伝送速度を持つ第4世代移動通信システムについて、要素技術の研究開発・実証実験、他の無線システムとの周波数共用に関する技術試験を実施するとともに、使用する周波数帯の決定、具体的な無線通信方式の検討など国際電気通信連合（ITU）の国際標準化活動に積極的に寄与し、2010年度までに実現を図る。

##### (ウ) 電波資源拡大のための研究開発（総務省）

2010年までに、電波利用の進んでいない周波数帯（ミリ波帯等）において容易に無線システムの利用を可能とする技術や、携帯端末が周囲の電波利用環境を適切に把握し、その環境に自律的に適応する技術（コグニティブ無線通信技術）等を実現するため、未利用周波数帯の開拓や周波数有効利用技術の高度化に資する研究開発を実施する。

また、ICT国際競争力懇談会での最終とりまとめ（平成19年4月）において、重点分野における基本戦略として以下のとおり明記されているところである。

#### 【抜粋】

### II ワイヤレス分野

#### 3 国際競争力強化に向けた具体的取組方策

##### (3) 日本技術の国際展開に向けた研究開発・標準化・知的財産権獲得

日本企業が次世代移動通信システムの研究開発により獲得する知的財産権が標準に反映されることが重要であり、日中韓やアジア太平洋電気通信共同体における連携、先進諸国との間の連携を図りながら、日本の研究開発リソースを結集した特区的な地域において研究開発や実証実験を推進し、戦略的な研究開発・標準化を進めることが重要である。

こうした各種の政府方針等に鑑み、本研究開発を推進することが必要である。

### 3. 目標

ネットワーク管理の手法を、ネットワーク側による集中管理から、複数ネットワークと端末間で協調した分散管理とするため、端末側が、端末の通信性能

の向上と異種無線ネットワーク全体の負荷分散が可能な接続先決定及び端末の再構成を意思決定するものとする。その意思決定を助けるものとして、ネットワーク側が周波数全体の利用効率の点から接続に最適なネットワークやネットワークの情報(混雑状況など)を通知することが求められる。

このような観点より、下記のような技術の確立が求められる。

(1) 異種無線対応端末側電波利用状況センシング/コントロール技術

ユーザが所有するコグニティブ端末の高い接続性を活かし、かつネットワークの分散型制御を視野に入れ、高速センシングと相互接続性の確保による接続の確実性の提供と、複数の無線システムに同時に接続することによりユーザが要求するQoSを保証すると共に、センシング技術の高度化により消費電力を低減することを目標とする。

(2) 異種無線対応端末側リソースマネジメント/システム切り替え技術

異種無線システムが混在する無線ネットワークにおいて、端末はアプリケーションが要求する通信性能の検出を行い、周囲の無線環境のセンシング結果と利用者の嗜好(プリファレンス)に従い、ネットワーク側の支援を受けて最適に無線通信デバイスを再構成する。この一連の動作を実現するための要素技術の研究開発を行う。そして、ネットワーク側から通知されるネットワークポリシーを用いて端末単独では知りえない情報を考慮することにより、端末の通信帯域の向上と安定化、ネットワーク全体で利用できる通信帯域の向上を図ることを目標とする。

#### 4. 研究開発内容

(1) 概要

ア 異種無線対応端末側電波利用状況センシング/コントロール技術

複数の無線システムに接続可能な端末を持つユーザが、取得可能な無線利用状況のセンシングを行うために必要となる端末構成技術および端末運用技術について研究開発を行う。センシング技術については、単なる電力検出のみではなくどのような方式で、端末が接続可能なネットワークであるか否かまで含めて高速にセンシングする技術が必要である。また、ネットワーク側において無線の接続性等を監視するマネージャもしくは端末マネージャの判断によるトラヒック切り替え制御や端末の再構成制御技術について研究開発を行う。

イ 異種無線対応端末側リソースマネジメント/システム切り替え技術

端末がセンシングすることによって得た無線環境と、ネットワークのネットワークマネージャから通知されたネットワークポリシーに応じて、接続する無線システムの切り替えや通信方式の再設定などの、端末の再構成を行う端末マネージャに関する研究開発を行う。また、個々の端末が得たセンシング情報をネットワークに通知し、無線ネットワーク全体

の状態を把握することにより、端末の最適な再構成を可能とするために必要な情報を抽出する。

ウ 異種無線システム対応端末構築技術

異種無線対応端末側電波利用状況センシング/コントロール技術および異種無線対応端末側リソースマネジメント/システム切り替え技術を利用可能な異種無線システム対応端末プラットフォーム並びに関連デバイスの研究開発を行う。

(2) 技術課題および到達目標

ア 異種無線対応端末側電波利用状況センシング/コントロール技術

(技術課題)

複数の無線アクセスネットワークに接続可能であるコグニティブ端末を活用するためには、(1) 高速センシング・無線アクセスネットワーク認知技術、(2) 複数の無線アクセスネットワークに同時に接続して通信する技術などが求められるが、これらのいずれの技術も確立されていない。

そこで以下の技術の研究開発を実施する。

(a) 高速電波利用環境センシングに関する研究開発

端末の周辺の電波環境について最小電力、最小時間でセンシングを行い、それがどの通信方式のものかを認知し、端末マネージャへ送信するために必要となる端末構成技術ならびに端末運用技術

(b) 複数の無線システムへの同時接続に関する研究開発

ネットワークマネージャもしくは端末マネージャによる最終ポリシーに従い、ユーザ端末が必要としている QoS (帯域および通信品質) を確保するために必要な数の無線アクセスネットワークと接続して通信を行い、かつ状況の変化に応じて接続先無線アクセスネットワークを随時切り替えて通信継続を可能とするために必要となる端末構成技術ならびに端末運用技術

(到達目標)

ユーザが所有するコグニティブ端末の高い接続性を活かし、かつネットワークの分散型制御を視野に入れ、高速センシングと相互接続性の確保による接続の確実性の提供と、複数の無線システムに同時に接続することによりユーザが要求する QoS を保証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各年度毎の目標については、以下の例を想定している。

(平成 20 年度)

- ・ 端末マネージャ、センシング機能、端末再構成機能の 3 つの機能が、無線方式が既知の場合において、組み合わせて動作する無線端末を試作する。

- ・ 上記の端末が、利用者のプリファレンスに基づいて再構成を行うことが可能であることを定量的に評価する。
- ・ 端末からのセンシング情報の収集を行って端末の再構成のためのネットワークポリシーを生成するネットワークマネージャを想定し、そのネットワークマネージャと端末との間のインターフェイスを設計する。

(例)

(平成 21 年度)

- ・ 平成 20 年度に設計したインターフェイスを持つように無線端末を改良し、総務省が別途指示するネットワークマネージャを用いて、組み合わせて動作させ、ネットワークポリシーに基づいて適切な無線システムの選択を行い、ネットワーク全体の通信容量が増大していることを定量的に評価する。

(平成 22 年度)

- ・ 無線方式が未知の場合にも動作するように無線端末を改良し、1 次利用者に干渉を与えずに空き周波数を有効に利用していることを定量的に評価する。

(平成 23 年度)

- ・ 平成 22 年度までに開発した装置を実ネットワークに接続し、利用者のプリファレンスを無線端末の再構成に反映させて、空き周波数を有効に利用し、1 次利用者に干渉を与えず通信が行えることを実証的に評価する。

#### イ 異種無線対応端末側リソースマネジメント/システム切り替え技術 (技術課題)

2G、3G、BWA、無線LANといった既存無線システムや次世代(4世代)移動通信システムが混在する無線ネットワークにおいて、端末の通信性能と無線アクセスネットワーク全体の負荷を考慮し、無線アクセスネットワークと端末から得られた情報に基づいて、複数の無線システムを最適に組み合わせて通信を行う技術は確立されていない。

そこで以下の技術の研究開発を実施する。

##### (a) 端末ポリシーに関する研究開発

端末がアプリケーションの要求を検出し、ネットワーク側から通知されるネットワークポリシーと端末内に記述されているユーザプリファレンスに従って、端末ポリシーを生成してネットワーク側に通知すると同時に、ネットワーク側から通知されるネットワークポリシーに従って無線通信デバイスや使用する無線アクセスネットワークを切り替え、通信方式の設定を再構成するソフトウェア技術

##### (b) センシング情報解析に関する研究開発



端末が端末ポリシーを生成する際、センシングした様々な無線情報からネットワークマネージャが最適な再構成を決定する際に、有用なデータのみを抽出する技術

(c) さまざまな通信制約に自動適応するための研究開発

HTTP プロキシや NAT ルータにより通信方式が制限された場合でも、複数の異種無線アクセスネットワークを経由して広帯域な通信を実現する技術

(d) 異種無線システム間セキュリティに関する研究開発

異種無線アクセスネットワーク間における相互認証と通信の安全性の確保に関する技術

(到達目標)

異種無線システムが混在する無線アクセスネットワークにおいて、端末はアプリケーションが要求する通信性能の検出を行い、周囲の無線環境のセンシング結果と利用者のプリファレンスに従い、端末ポリシーを生成してネットワーク側に通知する。ネットワーク側は、端末ポリシーとネットワーク全体の無線資源情報を考慮し、ネットワークポリシーを生成して端末に通知して、最終的に端末を最適に再構成する。この結果、「異種無線システム協調制御による周波数有効利用技術の研究開発」における成果と連携しシステムとして動作させることで、端末が単独で判断する場合と比較して、ネットワーク全体で使用できる通信容量の 1.5 倍程度の増大を目標とする。一方、端末が複数の無線デバイスを同時に使用することにより、広帯域な通信が可能になる。

なお、4.(1)イの評価に当たっては4.(1)アによる入力がない場合は評価できないため、上記の目標を達成するに当たっての各年度毎の目標については、4.(2)アと同様の例を想定している。

ウ 異種無線システム対応端末構築技術

(技術課題)

異種無線システムが混在する無線アクセスネットワークにおいて必要となる周波数リソースを確保するためには、高速に広帯域周波数帯に存在する複数の無線システムを同時にセンシング、同定し、その結果に基づき、最適な無線システムを選択して通信を行う必要がある。現在まで、複数帯域を決められた順序でセンシング、同定可能な無線端末用ハードウェアプラットフォームの開発は行われつつあるが、UHF 帯からマイクロ波帯まで広い帯域に存在する無線システムを複数帯域同時にセンシング、同定可能な無線端末用ハードウェアプラットフォームは開発されていない。

そこで以下の技術の研究開発を実施する。

(a) 異種無線システム対応端末用ハードウェアプラットフォームに利用可能なデバイスに関する研究開発

異種無線システムが混在する無線アクセスネットワークにおいて高速に広帯域周波数帯に存在する複数の無線システムを同時にセンシング、同定し、その結果に基づき、最適な無線システムを選択して通信を行うために必要となる、マルチバンドでチューナブルに同時に動作する端末プラットフォーム用送受信デバイス（アンテナ、フィルタ、アンプ、ミキサ）に関する研究開発

(b) 異種無線システム対応端末用ハードウェアプラットフォームに関する研究開発

(a) で開発を行った異種無線システム対応端末プラットフォーム用デバイスを用いて、(ア)、(イ) が動作可能な異種無線システム対応端末用ハードウェアプラットフォーム

(到達目標)

異種無線システムが混在する無線アクセスネットワークにおいて高速に広帯域周波数帯に存在する複数の無線システムを同時にセンシング、同定し、その結果に基づき、最適な無線システムを選択して通信を行うことが可能なプラットフォームを構築する。これにより、複数帯域を決められた順序でセンシング、同定する無線端末用ハードウェアプラットフォームに比べ、2 倍以上の速度でセンシング、同定、通信可能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各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 20 年度)

- ・ UHF 帯から 6GHz 帯以下において異種無線システムが混在する無線アクセスネットワークにおいて広帯域周波数帯に存在する複数の無線システムをセンシング、同定し、その結果に基づき、最適な無線システムを選択して通信を行うことが可能なマルチバンドでチューナブルに動作する（複数帯域同時には動作しない）端末プラットフォーム用デバイス（アンテナ、フィルタ、アンプ、ミキサ）を用いて、無線機を構成し、研究課題（ア）で開発したセンシング用ソフトウェアを用いてセンシング、同定能力、通信能力を定量的に評価する。
- ・ 複数の無線システムを複数帯域同時にセンシング、同定し、その結果に基づき、最適な無線システムを選択して通信を行うことが可能なマルチバンドでチューナブル端末プラットフォーム用デバイス（アンテナ、フィルタ、アンプ、ミキサ）を設計し、基礎試作を行い、その特性を評価する。

(平成 21 年度)

- ・ 平成 20 年度までに開発した端末プラットフォーム用デバイスを用いて無線機を構成し、研究課題（ア）、(イ) で開発したセンシング用ソ

ソフトウェアを用いて、センシング、同定能力、通信能力を定量的に評価する。

- ・平成 20 年度までに開発したデバイス製造で出た問題を解決する複数帯域同時にセンシング、同定し、その結果に基づき、最適な無線システムを選択して通信を行うことが可能なマルチバンドでチューナブルに動作する端末プラットフォーム用デバイス（アンテナ、フィルタ、アンプ、ミキサ）を二次設計し、試作を行い、その特性を評価する。

（平成 22 年度）

- ・平成 21 年度までに開発した端末プラットフォーム用デバイスを用いて無線機を構成し、研究課題（ア）、（イ）の機能を組み込む。その上で、ネットワーク側と連携し、異種無線システム下においても最適な通信経路、通信トラヒックを用いて相手方と通信可能であることを実証し、その特性を定量的に評価する。
- ・平成 21 年度までに開発したデバイス製造で出た問題を解決する端末プラットフォーム用デバイスを三次設計し、試作を行い、その特性を評価する。

（平成 23 年度）

- ・平成 22 年度までに開発したデバイスを用いて複数の無線システムを同時にセンシング、同定し、その結果に基づき、最適な無線システムを選択して通信を行うことが可能な端末プラットフォームを構築し、研究課題（ア）、（イ）の機能を組み込む。その上で、ネットワーク側と連携し、異種無線システム下においても最適な通信経路、通信トラヒックを用いて相手方と通信可能であることを実証し、その特性を定量的に評価する。

## 5. 実施期間

平成 20 年度から平成 23 年度までの 4 年間

## 6. その他

### (1) 他の研究開発との連携

本研究開発に関して、別途公募中である「異種無線システム協調制御による周波数有効利用技術の研究開発」と連携した研究開発が推進され、これらの研究開発が連携した統合的な実験・評価等によって実用的な成果を導出することが必要である。

そのため、提案者は、上記研究開発との連携方針について、できるだけ具体的に提案書に記載すること。また、提案の採択後、上記方針に従い、総務省および本研究開発の採択者と協議を行い、具体的な連携方法を定

めることとする。

(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とともに、異種無線対応端末側電波利用状況センシング/コントロール技術及び異種無線対応端末側リソースマネジメント/システム切り替え技術の実用化について、将来見込みを記載し、提案すること。

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頂くとともに、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。

(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。

＜基本計画書＞  
安心・安全イノベーションを創造する  
地上／衛星共用携帯電話システム技術の研究開発

## 1. 目的

近年、携帯電話を始めとする移動体通信サービスの社会的役割はますます増大しており、携帯電話の利便性や高機能化を受け、防災・減災・安全対策等での利用も検討されているところであるが、地上系通信システム（以下「地上系システム」という。）の災害に対する脆弱性などの問題から未だその活用は限られたものとなっている。山間部や海上を含めどこにいても、地上携帯基地局に障害が発生しても、人命救助や安否確認のための確実な通信を確保するため、また、携帯電話不感エリアの住民等や沿海域で活用する船舶、山間部での登山者など、携帯電話の不感対策には、災害等の影響を受けにくい衛星通信ネットワークの活用が不可欠である。

このため、地上系システムと統合した携帯端末を用いる地上／衛星共用携帯電話システム（以下「地上／衛星共用システム」という。）の実現に向け、同一エリアで地上携帯端末と地上／衛星共用システムの周波数共用を可能とする技術及び災害時等の通信需要に柔軟に対応可能となる周波数共用技術について研究開発を行い、現在、地上移動通信及び衛星移動通信がそれぞれ別々の専用帯域を確保している周波数利用状況を改善する研究開発を実施する。

## 2. 政策的位置付け

「重点計画-2007」(平成19年7月26日 IT 戦略本部)においては、『2015年度までに、地上網の輻輳、破損が生じた際にも、広く普及している携帯端末から衛星経由で確実な通信を確保できる移動体衛星通信技術を確立する。』と明記されている。また、産・学・官の防災関係機関等の参画を得て開催された総務省研究会「安心・安全な社会の実現に向けた情報通信技術のあり方に関する調査研究会」最終報告書(平成19年3月)においては、『災害時にも確実な通信を確保できる地上／衛星共用携帯電話システム』の実現に向けた戦略的な研究開発を行なっていくべき旨の提言がなされており、国民の安心・安全を確保する新たな地上／衛星共用携帯電話システムの構築が求められている。

## 3. 目標

地上移動通信と衛星移動通信の周波数共用基盤技術を確立することにより、各々別個に割り当てられている帯域を共用可能とし、移動通信の周波数逼迫対策に資するものとする。さらに、地震、洪水等による伝送路断や携帯基地局の障害により通信不能となる地域及び山岳地帯や沿海域において、孤立化した個々の住民等の通信を確保することは現状では困難であるが、通常の携帯電話により衛星を介して通信可能とすることにより、地上通信設備等の影響を受けず、住民一人ひとりに災害関連

情報を提供するとともに、自治体、救助機関等による救助・安否確認等の円滑な実施を可能とすることにより人命等に関わる災害時の的確かつ迅速な判断に資するものとする。

なお、想定として20～30メートル級アンテナを搭載した衛星により、地上系携帯端末と同等の端末で音声通信が可能となる運用を目標とする。

#### 4. 研究開発内容

##### (1) 概要

安心・安全イノベーションを創出するため災害時にも確実な通信が確保できる地上移動通信と衛星移動通信が連携を取った携帯電話システムの実現が望まれているが、現状の技術では地上及び衛星移動通信でそれぞれに多くの周波数を使用する必要があり利用効率が低くならざるを得なかった。

そこで、広域におけるトラフィック分布・変動に応じて地上系システムと地上／衛星共用システムに対し一体的に周波数の割当を実現するための周波数協調制御技術や地上系システムと地上／衛星共用システムをシームレスにアクセス制御するダイナミックネットワーク制御技術の確立に向けた研究開発を実施する。

また、地上系システム、地上／衛星共用システムでS帯等において同一の周波数帯を使用するため、地上系システムからの干渉回避技術、繊細な衛星ビーム形成(大きさ、形状)によって、地上系トラフィック特性に応じた大ゾーン(衛星系)及び大ゾーン内に配置された小ゾーン(地上系)構成を可能とする技術や災害時のトラフィック要求に対応して地上／衛星共用システムのリソースを再構築し、周波数等の再割当を可能とする技術の研究開発を実施する。

なお、これらの技術は一体的、総合的に機能するよう研究開発を実施する。

##### ア 地上／衛星系協調制御技術

地上／衛星系協調制御技術は、1)周波数協調制御技術、2)ダイナミックネットワーク制御技術の二項目の技術開発要素があり、これらを組み合わせ、地上系システムと地上／衛星共用システムの高度な協調制御技術を開発することにより、周波数の最適な割当て及びシームレスなネットワーク制御を実現する。

周波数協調制御技術の研究開発においては、地上／衛星共用システムにおけるシステム内干渉検討シミュレーションを実施するとともに、地上／衛星で一体的な最適ゾーン構成・チャネル配置のアルゴリズムを検討し、周波数の最適な制御技術の研究開発を行う。また、ダイナミックネットワーク制御技術の研究開発においては、伝搬遅延等で大きく差のある地上系システムと地上／衛星共用システムをシームレスにアクセス制御するアルゴリズムを検討し、システム評価を行いネットワークの最適な制御技術の研究開発を実施する。

##### イ 地上／衛星間干渉回避及び周波数割当技術

地上／衛星間干渉回避及び周波数割当技術は、1)耐飽和増幅器技術、2)低サイドローブ化技術、3)超マルチビーム形成技術、4)リソース割当再

構成技術の四項目の技術開発要素がある。これらを組み合わせて、地上系システム、地上／衛星共用システムで同一の周波数帯を使用するための地上システムからの干渉による衛星受信機への影響回避や繊細な衛星ビーム形成(大きさ、形状)により、地上系トラフィック特性に応じた大ゾーン(衛星系)及び大ゾーン内に配置された小ゾーン(地上系)構成を可能とするとともに、災害時のトラフィック要求に対応して、地上／衛星共用システムを再構築し、周波数の再割当を行うことが可能となる技術開発を行う。

耐飽和増幅器技術の研究開発においては、地上システムからの干渉で衛星受信機の飽和による信号の歪みへの影響を少なくする高線形性低雑音増幅器の研究開発を行う。低サイドローブ化技術の研究開発においては、ビーム成形回路をデジタル化し、位相／振幅を瞬時に変更可能なマルチビーム給電部を開発するとともに、多数のアンテナ素子による柔軟性の高いビーム成形を検討し、サービスエリアのビームを形成しつつある特定エリアにヌルを形成するためのヌル形成技術を研究開発する。

超マルチビーム形成技術の研究開発においては、多ビーム化に伴い、給電アンテナの多素子化を図るとともに、小型高密実装のマルチビーム給電部を開発を行う。

リソース割当再構成技術の研究開発においては、周波数帯域をビーム毎に任意に、かつ、動的に変更するため、大容量化が可能なチャネライザ及びデジタルビーム形成(以下「DBF」という。)の開発を行う。

## (2) 技術課題及び到達目標

### ア 地上／衛星系協調制御技術

#### (技術課題)

地上移動通信と衛星移動通信の連携をとった地上／衛星共用システムの実現に向けては、広域におけるトラフィック分布・変動に応じて地上系システムと地上／衛星共用システムの一体的、かつ、ダイナミックな周波数割当が必要であるため、トラフィック状況に対応し、柔軟に周波数の割当を可能する周波数協調制御技術の研究開発が不可欠である。また、地上系、衛星系それぞれのシステムをシームレスにつなぐネットワーク制御のためのダイナミックネットワーク制御技術の研究開発が必要である。

#### (到達目標)

地上移動通信および衛星移動通信のトラフィック量に応じて各々に柔軟に周波数を割り当てることにより、地上移動通信と衛星移動通信で周波数帯を2分割占有させる場合と比較して、理論的に最大2倍の周波数を割り当てることを周波数協調制御技術により可能とする。

なお、上記の目標を達成するにあたっての各年度の目標については、以下の例を想定している。

#### (例)

##### ・平成20年度

地上／衛星共用システム技術のマルチアクセス方式等全体システムの検討を行う。また、地上／衛星系の大規模な発呼等ユーザ発生シミュ

レータの試作評価を行う。

・平成21年度

衛星系チャネライザ／デジタルビーム形成(DBF)のシミュレータの試作評価として、時間、周波数、空間等リソースの有効利用を最適化するためのアルゴリズムの試作評価を行う。

・平成22年度

地上系トラフィック(地上系ユーザ数)及び衛星系トラフィック(衛星系ユーザ数)の常時監視及び管理を行う監視管理装置のシミュレータの試作評価を行う。

・平成23年度

前年度までに試作評価した地上／衛星系の大規模な発呼等ユーザ発生、衛星系チャネライザ／デジタルビーム形成(DBF)及び監視管理装置の各シミュレータの組合せ／総合確認と評価を行う。

・平成24年度

(イ)の装置との組合せ／総合確認と評価を行う。

イ 地上／衛星間干渉回避及び周波数割当技術  
(技術課題)

地上系システム、地上／衛星共用システムで同一の周波数帯域を使用するためには、地上系システムからの干渉を回避するための耐飽和増幅器技術や大ゾーン(衛星系)に隣接するエリアのサイドローブの影響を小さくし周波数の利用効率を高め、また、特定地域からの過大な干渉を回避するための低サイドローブ技術が必要である。

周波数の再利用を最大限効率化するため、大ゾーン(衛星系)および大ゾーン内に配置される小ゾーン(地上系)をきめ細かく構成するための超マルチビーム形成技術や災害時のトラフィック要求に対応して、個々のビームの電力、周波数帯域を変更し、衛星系リソースの再構成が可能となるリソース割当再構成技術が必要である。

(到達目標)

耐飽和増幅器技術については、衛星の復調部に入る信号量の比、すなわち地上系ユーザ数と衛星系ユーザ数の比から算出し、例えば30MHz帯域で地上系ユーザ数100に対して衛星系ユーザ数1の場合を想定すると比は20dBとなることから、衛星の希望受信信号の総和より20dB以上高い干渉信号の総和に対しても動作可能な高線形性低雑音増幅器を目標とする。

低サイドローブ化技術については、アンテナ給電部の素子から発射される電波の振幅と位相の重み付けを最適化することでサイドローブ電力の最大値をメインローブ電力の最大値から20dB以上とすることを目標とする。また、特定エリアにヌルを形成するためヌル形成アルゴリズムを開発



することにより、任意のエリアにヌル形成が可能なビーム形成を目標とする。

超マルチビーム技術については、地上／衛星共用の周波数再利用が可能となる小ゾーン多ビーム化を実現するため、日本とその周辺を適切なエリア利得のビームでカバーするため最低限必要と想定される100ビーム数以上を可能とする小型高密実装のマルチビーム技術の確立を目標とする。

また、リソース割当再構成技術については、周波数帯域をビーム毎に任意、かつ、動的に変更するため、大容量(最大30MHz幅)、かつ、最大ビーム数分の信号処理を可能とすることを目標とする。

(例)

・平成20年度

高密度アンテナ給電回路の検討と給電放射素子の試作として、送受共用高密度フェーズドアレイ給電部方式の検討と当該給電部のための最適放射素子の試作評価を行う。また、一素子あたり10～20W程度のS帯高線形性固体増幅器の検討を行う。チャネライザ/DBFの検討と基本設計として、チャネライジングとDBF一体化処理方式の検討と基本設計、及びDBFに必要な素子励振分布検証用シミュレータの試作と評価を行う。

・平成21年度

高密度アンテナ給電回路の基本部分試作と性能評価として、放射素子1素子と高出力増幅器/耐飽和低雑音増幅器を組み合わせた送受共用給電部の試作と評価を行う。

また、チャネライザ/DBFの基本部分試作と性能評価として、前年度検討したチャネライジング方式およびDBF方式の基本回路の試作と評価を行う。

・平成22年度

高密度アンテナ給電回路の小規模システムの試作として、素子間のカップリングによるビーム形成への影響を調べる必要からフェーズドアレイによるビーム形成確認用16素子以上の給電部の試作を行う。

また、16素子以上に対応するチャネライザ/DBF装置の試作として、16素子以上の給電部に対応したチャネライザ/DBF装置の試作及びデジタル部と給電部を接続する周波数変換ユニットの試作を行う。

・平成23年度

高密度アンテナ給電回路、チャネライザ/DBF装置の機能として、16素子以上の給電部、チャネライザ/DBF装置、周波数変換ユニットを用いたビーム形成機能の確認と評価および低サイドローブビーム形成技術の確認を行う。

また、チャネライザ/DBF装置の大規模化に向けた試作として、16素子以上の試作結果を反映した100ビーム以上の信号処理を可能にする

チャネライザ/DBF装置の基本部分試作を行う。

・平成24年度

大規模化したチャネライザ/DBF形成装置の評価として、16素子以上の給電部と100ビーム以上の信号処理を可能にするチャネライザ/DBF装置を組み合わせたビーム形成機能の確認と評価を行う。

## 5. 実施期間

平成 20 年度から平成 24 年度までの 5 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ともに、地上／衛星共用携帯電話システム技術の実用化について、将来見込みを記載し、提案すること。

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頂くとともに、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) 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。

＜基本計画書＞  
船舶用レーダー通信技術の研究開発

## 1 目的

船舶が頻繁に往来する主要港湾地域(東京湾や瀬戸内海等)における航行の安全確保のためには、小型船舶を含む全ての船舶が共通した無線通信設備を備え付けることが望ましい。国際的に共通のシステムである国際VHF無線通信システムは限られた周波数で運用していること、大型船舶にしか備え付けが義務化されていないことなどから、小型船舶でも利用できる新たな通信手段が求められている。

そこで、小型船舶を含む船舶の7割以上が設置している船舶用9GHz帯レーダーに着目し、本レーダーに通信機能を付加して船舶用レーダー通信を可能とする技術の研究開発を行い、周波数の有効利用及び船舶の航行安全確保並びに我国発の国際標準化に寄与することを目的とする。

## 2 政策的位置付け

IT 戦略本部が策定した「重点計画-2007」(平成 19 年7月)では、国際競争社会における日本のプレゼンスの向上として、船舶用無線設備の国際普及に関し、「2010 年度までに IT 技術を活用した新たな船舶用無線設備等の技術基準を検討し、ITU、IMO 等に提案を行い、国際標準化の推進を図る。」とされている。また、平成 18 年 3 月に閣議決定された第 3 期科学技術基本計画の分野別戦略情報通信分野において、周波数の有効利用技術として「2010 年までに、電波利用の進んでいない周波数帯(高マイクロ波帯、ミリ波帯等)において、容易に無線システムの利用を可能とする技術を実現する」こととされている。

## 3 目標

船舶用9GHz帯レーダーの性能を維持しつつ、同じ周波数帯において船舶用レーダー通信に必要な(1)レーダーアンテナの時間的・空間的同期技術、(2)レーダー波に通信を重畳及び付加させて通信を行う多重化技術を確立するとともに、本技術の成果をITU等の国際機関に提案することを目標とする。

## 4. 研究開発内容

### (1) 概要

船舶用9GHz帯レーダーの性能を維持しつつ、通信速度1Mbps以上のデータ通信が可能となる船舶用レーダー通信を実現するため、海面上の不安定な状況下において非同期で回転するアンテナの同期を行い対向させるための時間的・空間的同期技術、レーダーパルスに位相変調し、さらに近距離及び遠距離に応じてデータ信号を付加・重畳するレーダー通信多重化技術の研究開発を行う。また、日本発の船舶用レーダー通信の実現のため、本技術の成果をITU等の国際機関に提案する。

## (2) 技術課題および到達目標

### (技術課題)

#### ア アンテナの時間的・空間的同期技術

レーダーアンテナは非同期(毎分 20~50 回転程度)で回転しており、さらに船舶は不安定な海面上で常に動揺していることから、船舶用レーダー通信を行うためには、通信しようとする相手方のアンテナと自船のアンテナを対向させる必要がある。そこで、レーダーにより相手方の距離及び方位を確認して、非同期状態におけるアンテナの対向時に互いの船舶ID及びパルス繰返周波数(PRF)等(以下「同期情報」という。)を認識し、同期までの最適時間等を計算し、自船のレーダーの回転速度を調節する技術の開発が必要である。

#### イ レーダーと通信の多重化技術

##### (ア) 近距離通信におけるレーダーと通信の多重化技術

船舶用レーダー通信を行うためには、通信の相手方に自船を認識させ、レーダーアンテナを同期させてから通信を行わなければならない。そのためには、レーダーパルスに自船のID(船舶識別情報)及びアンテナの同期を行うため同期情報を載せたため、レーダーパルスを位相変調して ID 及び同期情報を乗せる技術の研究開発が必要である。

また、データ通信を行う際、近距離(約 50m~3km)にいる相手方との通信を想定した場合、パルス繰返時間のうちレーダーパルスの送信及び受信に影響がない時間帯(以下「待受時間」という。)に着目して、この時間帯にデータ信号を付加することが船舶用レーダー通信のための手段として有効である。そこで、干渉に強いスペクトル拡散方式(SS方式)を用いて、データ信号を付加する技術の研究開発が必要となる。その際、既存レーダーの性能を低下させないために、データ信号のレベルをレーダー信号よりも十分小さな信号レベルとする必要がある。

##### (イ) 遠距離通信におけるレーダーと通信の多重化技術

遠距離(約3km~30km)にいる相手方との通信を想定した場合、レーダーパルスはロングパルスとなり、信号処理に要する時間が長くなるため、近距離通信の場合のように待受時間にデータ信号を付加することは有効でない。

そこで、レーダーパルスを位相変調し同期情報を乗せ、更にレベル差をつけた通信用パルスを変調してデータ信号を重畳させる技術の研究開発が必要となる。その際、既存レーダーの性能を低下させないようにパルス幅の広がりを抑えるため、データ信号のレベルをレーダーの画面上のスレッシュホールドレベル以下とする必要がある。

#### ウ 船舶用レーダー通信技術の国際標準化への取組

船舶用レーダー通信技術の国際標準化のためには、ITU等の国際機関に本技術の成果を提案していくことが不可欠である。そのため、国際機関への提案に必要なデータを蓄積するとともに、新しいレーダー技術の国際的動向を把握しつつ、計画的かつ戦略的に本研究開発の成果を国際機関へ提案し、本技術の国際標準化を図る必要がある。

(到達目標)

船舶用レーダー通信技術の研究開発における目標は以下のとおりである。

ア アンテナの時間的・空間的同期技術

船舶の動揺(水平方向±10度以下、垂直方向±10度以下)の条件下においても、1回転あたり14ms以上の対向時間を確保できるような時間的・空間的同期技術を実現する。

イ レーダーと通信の多重化技術

(ア) 近距離におけるレーダーと通信の多重化技術

近距離(約50m～約3km)にいる相手方とのレーダー通信において、レーダーパルス幅やスプリアスなど電気的特性に影響を与えず、レーダーパルスを位相変調してID情報を乗せる技術を実現する。また、レーダー波に、レーダー信号のレベルよりも60dB以上低いデータ信号(スプリアス帯域外レベル)を付加し、通信速度1Mbps以上の船舶用レーダー通信を実現する。

(イ) 遠距離におけるレーダーと通信の多重化技術

遠距離(約3km～約30km)にいる相手方とのレーダー通信において、レーダーパルスに、信号レベルが画面上のスレッシュホールドレベル(約20dB程度を想定)以下となるデータ信号を重畳させ、通信速度1Mbps以上の船舶用レーダー通信を実現する。

ウ 船舶用レーダー通信技術の国際標準化への取組

ITU等の国際機関に提案するための技術的条件を取得及び整理し、国際会議において提案する。

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20年度

(1) アンテナの時間的・空間的同期技術

非同期に回転するアンテナを時間的・空間的に同期させるためのシステムの理論設計を行い船舶が動揺している状況においても、良好な通信状態を確保するため、シミュレーションにより評価を行う。

(2) レーダーと通信の多重化技術

ア 近距離通信におけるレーダーと通信の多重化技術

(ア) 海上通信における海面反射などの影響を考慮しつつ、同期信号発生システムの設計を行う。

(イ) SS方式信号発生システムの理論設計、シミュレーションを行い、評価した後、送受信部を含む基本回路の設計を行う。

イ 遠距離通信におけるレーダーと通信の多重化技術

ロングパルス変調システムの理論設計及びシミュレーションを行う。

- (3) 船舶用レーダー通信技術の国際標準化への取組  
新しいレーダー技術の国際的動向等、国際標準化のための技術的条件の情報収集、分析を行う。

#### 平成 21 年度

- (1) アンテナの時間的・空間的同期技術  
基本回路設計及び試作を行い、他の開発システムと統合させ、試作機による海上実験で評価を行う。
- (2) レーダーと通信の多重化技術
- ア 近距離通信におけるレーダーと通信の多重化技術
- (ア) 平成 20 年度で設計した同期信号発生システムを試作し、既存の船舶用レーダーに統合させ、複数の組合せにおいて陸上実験及び海上実験を行い評価する。特に海上実験においては、海上の様々な気象条件のもとでレーダー性能及び通信性能の評価を行い課題の抽出、解決を図る。
- (イ) 平成 20 年度で設計したSS方式信号発生システムの試作を行い、アンテナの時間的・空間的同期技術と統合させる。
- イ 遠距離通信におけるレーダーと通信の多重化技術  
ロングパルス変調システムの理論設計及びシミュレーションを行う。
- ウ ア及びイを踏まえ、短距離及び長距離の区分の適正値を求める。
- (3) 船舶用レーダー通信技術の国際標準化への取組  
新しいレーダー技術の国際的動向等、国際標準化のための技術的条件の情報収集、分析を行い、国際会議において船舶用レーダー通信技術を提案するのに必要なデータを取得する。

#### 平成 22 年度

- (1) レーダーと通信の多重化技術
- ア 複数のレーダー通信システムを作成し、陸上実験及び海上実験を行い評価する。特に海上実験においては、遠距離通信、近距離通信それぞれの状態を想定した実験を行い、課題抽出及び解決を図る。
- イ 各要素システムを統合させた後、遠距離、近距離の両方をカバーするシステムの整備を行い、通信確立の検証を行う。
- ウ 本研究開発におけるレーダー通信技術を応用した技術の調査検討と提案を行う。
- (2) 船舶用レーダー通信技術の国際標準化への取組  
平成 21 年度に取得したデータ及び平成 22 年度に取得するデータをもとに国際会議において提案を行う。

## 5. 実施期間

平成 20 年度から 22 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ともに、レーダー通信技術の実用化について、将来見込みを記載し、提案すること。

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など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ともに、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を開催するなど、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) 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。

＜基本計画書＞  
次世代無線通信技術の研究開発  
～広帯域変調波の高感度測定技術の研究開発～

## 1. 目的

近年、携帯電話をはじめとする移動通信サービスの利用増大に伴い、深刻な電波の逼迫状況が生じている。極めて稠密に利用されている6GHz以下の周波数帯域の周波数逼迫状況を緩和し、ワイヤレスブロードバンド環境の早期実現など新たな電波利用ニーズに的確に対応するため、電波資源拡大に資する技術の研究開発が必要不可欠である。また、周波数逼迫状況を緩和のため、より稠密な電波の利用や、周波数帯の共用を可能とする測定技術が要求されている。

今後の電波有効利用を促進するため、平成25年までに移動通信システムに最大で約1.38GHz幅、無線LAN等に最大で約740MHz幅の周波数を確保することが必要とされている。これには、大幅な周波数資源を新たに確保しなければならず、その手段として、より稠密な電波の利用や、周波数帯の共用を可能とする測定技術が要求されている。

一方、周波数の利用効率を向上させるため、同一の周波数帯を異なる無線通信システム間で共用する手段として、OFDMなどのマルチキャリア通信方式やUWB無線などの新たな無線通信が進展し、従来の測定技術では測定が困難となっており、新しい無線システムの開発に支障を生じ始めている。

このため、無線通信に係わる測定において、現在の測定限界(周波数分解能、ダイナミックレンジ、測定時間の制約)を克服し、必要な測定項目を効率的に測定する技術を中心とした、広帯域変調波の高感度測定技術の研究開発を実施する。

## 2. 政策的位置づけ

「重点計画2007」(平成19年7月26日IT戦略本部決定)の3.1(2)(ウ)において、「2010年までに、電波利用の進んでいない周波数帯(ミリ波帯等)において容易に無線システムの利用を可能とする技術や携帯端末が周囲の電波利用環境を適切に把握し、その環境に自立的に適用する技術(コグニティブ無線通信技術)等を実現するため、未利用周波数帯の開拓や周波数有効利用技術の高度化に資する研究開発を実施する。」こととされている。

また「第3期科学技術基本計画 分野別推進計画」(平成18年3月28日、総合科学技術会議)の情報通信分野において、周波数の有効利用技術として「2010年までに、電波利用の進んでいない周波数帯(高マイクロ波帯、ミリ波帯等)において、容易に無線システムの利用を可能とする技術を実現する」こととされている。

## 3. 目標

各種無線設備の小型化、多様化、高機能化及び周波数の稠密化にともない、現在の測定限界を超えた測定器の研究開発が期待されている。

このため、現在OFDM信号の所定帯域内におけるスプリアス電力比の測定が困難となっているため、無線信号の解析レベル範囲を大幅に拡大し、所定帯域内のスプリアス電力比80dBの範囲内におけるスプリアス検出を可能とする。さらに、時間毎の変化



を的確に捉えるための信号捕捉率を限界にまで高めて 99%とし、高感度化を実現する。

#### 4. 研究開発内容

##### (1) 概要

測定器のダイナミックレンジを拡大し、強力な信号の極めて近傍にある微弱なスプリアス等を高感度測定するため、高ダイナミックレンジ信号受信技術、並びに、高い周波数分解能を実現し、信号捕捉率を限界まで向上させ、従来測定対象とできなかった発生確率の低いスプリアスを測定するための技術として、多チャンネル振幅確率分布測定技術及びそれを汎用測定器に組込むためのインタフェース技術等について研究開発を行う。

##### (2) 技術課題および到達目標

###### ア) 高ダイナミックレンジ測定技術の研究開発

###### (技術課題)

直交周波数分割多重 (OFDM) 変調などの変調方式を用い、かつ広い周波数帯域を占有する無線システムの本格的普及にあたっては、より稠密に周波数を利用するため、発生確率の低いスプリアスや強力な信号の極めて近傍に生じるスプリアスを高感度に測定し、共用基準に照らして厳格に監理する必要がある。このためには、OFDM 変調波等の広帯域変調波が入力されたとき、瞬時信号レベルの局所的な増大に際しても測定系が飽和しない高レベル信号受信性能を維持する必要がある。その上で、微小な信号レベルのスプリアス発生時においては、それを精度良く受信し測定できる高感度受信性能をも同時に満足する必要がある。これらを踏まえ、高ダイナミックレンジ測定技術の開発が必要となる。

このため、以下の技術の研究開発を実施する。

- ・ 強力な信号と、強力な信号発生の過程で極めて近傍に生じる発生確率の低いスプリアスを同時に受信できる高ダイナミックレンジ信号受信技術
- ・ 受信した高ダイナミックレンジ信号を、振幅確率分布 (APD) 測定装置や FFT 等の周波数分析装置等と組み合わせて、99%の信号捕捉率を担保した上で高ダイナミックレンジ測定を実現するための完全連続型高速データ転送技術

###### (到達目標)

周波数分解能 (RBW) が 1 MHz の周波数分析において、占有周波数帯域幅 (Bw) が 40 MHz の OFDM 変調波の電力と、極近傍 ( $\pm 2.5Bw$  離れた周波数) に生じるスプリアスの電力比が 80 dB 以内において、同時周波数分析によるスプリアス検出を可能とする。

なお、上記の目標を達成するに当たっての各年度の目標については、以下の例を想定している。

###### (例)

###### (平成 20 年度)

- ・ 強力な広帯域信号を精度良く受信するとともに、その影響を受けずに近傍の微小スプリアスを確実に受信できるアナログ回路、デジタル信号処理部およびタイミング信号処理部の各部のモデルの検証を行う。

###### (平成 21 年度)

- ・ 強力な信号が受信回路に与える影響を分散させるとともに、近傍のスプリアスを確実に分離する信号分波技術を確立する。
- ・ 分波された信号の受信レベルをそれぞれ最適に維持することで、強力な信号と近傍のスプリアス信号を確実に受信し、周波数解析可能とする高ダイナミックレンジ多チャンネル信号受信技術を確立する

(平成 22 年度)

- ・ 高ダイナミックレンジで受信した信号を APD 測定装置や FFT 装置に伝達するためのインタフェース技術を確立する。
- ・ 帯域 40MHz の OFDM 変調波と、極近傍に生じるスプリアスを同時に周波数分析し、電力比が 80dB 以内においてスプリアスを検出可能とする高ダイナミックレンジ測定システムを確立する

#### イ) 多チャンネル同時測定技術の研究開発

(技術課題)

無線通信方式は、周波数利用効率の向上を目的とした OFDM によるマルチキャリア化や、周波数の共用を目的としたアンダーレイ技術が実用化され、安定な無線通信サービスを維持するためには、多数のチャンネルにおいて時々刻々変化する信号の振幅を逃すことなく測定し、対策を含めた監理を行う必要が生じてきている。このような信号の振幅履歴を統計的に観測する手段として APD 測定手法が従来から知られている。しかしながら、OFDM 信号のように稠密な周波数帯域にわたる膨大なチャンネル数の高ダイナミックレンジ測定を実現する APD 測定技術は未だ確立されていない。

このため、以下の技術の研究開発を実施する。

- ・ 広い周波数帯域にわたる膨大なチャンネル数の APD 測定を実現する多チャンネル APD 測定技術
- ・ 汎用測定器に多チャンネル APD 測定機能をモジュール化して組込む技術

(到達目標)

時間毎の変化を的確に捉えるための信号捕捉率=(測定結果に寄与する測定時間)/(見かけ上の測定時間)を限界にまで高めて、高感度化を実現する。多チャンネル高精度 APD 測定では実用の OFDM 通信方式を考慮しチャンネル数は 1000 チャンネル以上とする。広範囲なレベル変動のある電磁環境の測定に対応するため、無線信号の解析レベル範囲を大幅に拡大し、RBW1kHz において 110dB 以上とし、信号捕捉率 99%を目標値とする。

なお、上記の目標を達成するに当たっての各年度の目標については、以下の例を想定している。

(例)

(平成 20 年度)

- ・ APD 測定回路として OFDM 信号チャンネル数が 1000 チャンネル以上、帯域幅がスケラブルな多チャンネル IF 信号処理回路並びに、APD 記録回路の信号捕捉率 99%を確保した上での実現性及び多チャンネルにわたる測定結果を効率的に表示する技術を含めた研究開発を実施する。
- ・ 解析レベル範囲、周波数特性、処理遅延時間、必要素子数等を評価・検証するための評価用多チャンネル APD 測定器の試作を実施する。

(平成 21 年度)

- ・平成 20 年度の成果をベースにして、A/D 変換回路を含めた APD 測定回路、APD の結果表示機能、APD 記録回路の高精度化を確立する。
- ・高精度化された APD 測定回路を対象とし、解析レベル範囲、リニアリティー、信号捕捉率等を高精度・短時間に評価するための専用評価技術を確立する。

(平成 22 年度)

- ・平成 21 年度で開発した高精度化 APD 測定試作回路を小型化し、プリント配線板 1 枚程度にモジュール化、並びに本モジュールを汎用スペクトラムアナライザに組み込み、信号捕捉率 99%以上を確保するリアルタイムデータ転送技術を確立する
- ・低雑音フロントエンド装置の試作および、汎用スペクトラムアナライザの感度向上を図るための相互制御インタフェース技術を確立する。

## 5. 実施期間

平成 20 年度から平成 22 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ともに、高ダイナミックレンジ測定技術及び多チャンネル同時測定技術の実用化について、将来見込みを記載し、提案すること。

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頂くとともに、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) 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。

＜基本計画書＞  
次世代無線通信技術の研究開発  
～統計的手法による放射電力測定技術の研究開発～

### 1. 目的

近年、携帯電話をはじめとする移動通信サービスの利用増大に伴い、深刻な電波の逼迫状況が生じている。極めて稠密に利用されている6GHz以下の周波数帯域の周波数逼迫状況を緩和し、ワイヤレスブロードバンド環境の早期実現など新たな電波利用ニーズに的確に対応するため、電波資源拡大に資する技術の研究開発が必要不可欠である。また、周波数逼迫状況を緩和のため、より稠密な電波の利用や、周波数帯の共用を可能とする測定技術が要求されている。

一方、ユビキタス社会の到来を迎え、携帯電話機や無線LANに加え、RFIDやUWBなどの小型無線機器の爆発的増大が予測されている。これらの機器は、相互の干渉を防止するため、微弱な電波を通信に使用しているが、既存の方法でそのような微弱な電波の特性を正確に測定することは困難であり、新たな放射測定法の確立が求められている。

また、無線システム間での有害な混信を避け、国際的にも周波数をより有効に利用するため、ITU(国際電気通信連合)においてスプリアス発射等の規定が見直され、従来よりも広い周波数帯にわたって、厳密な測定を行うことが求められているが、従来の測定方法ではこれを実現するのはきわめて難しい。

このため、極めて小電力な無線機器やそのスプリアス電力等の微弱な電波の技術基準を正確に測定する統計的手法による放射電力測定技術の研究開発を実施する。

### 2. 政策的位置付け

「重点計画2007」(平成19年7月26日IT戦略本部決定)の3.1(2)(ウ)において、「2010年までに、電波利用の進んでいない周波数帯(ミリ波帯等)において容易に無線システムの利用を可能とする技術や携帯端末が周囲の電波利用環境を適切に把握し、その環境に自立的に適用する技術(コグニティブ無線通信技術)等を実現するため、未利用周波数帯の開拓や周波数有効利用技術の高度化に資する研究開発を実施する。」こととされている。

また「第3期科学技術基本計画 分野別推進計画」(平成18年3月28日、総合科学技術会議)の情報通信分野において、周波数の有効利用技術として「2010年までに、電波利用の進んでいない周波数帯(高マイクロ波帯、ミリ波帯等)において、容易に無線システムの利用を可能とする技術を実現する」こととされている。

### 3. 目標

各種の無線機器の小型化、小電力化にとまない、とくに微弱な電波を通信に使用するRFIDやUWBなどの小型無線機器から発射されるスプリアス電力が測定困難になってきており、そのスプリアス電力のような微弱な電波を800MHzから26GHzまでの帯域に対して正確に測定する測定方法を確立する。

## 4. 研究開発内容

### (1) 概要

スプリアス電力のような非常に微弱な電波を高感度に受信するため、効率よく受信した電波を増幅し、かつ広帯域に受信することのできる高感度電波受信システムを開発する。また、無線機器以外から放射される雑音電波や受信機における熱雑音による影響を正確に評価するため、統計的なデータ処理手法を導入するとともに、受信した信号を長時間積分処理を行うことによって、微弱な電波を検出する微弱電波放射電力測定手法を開発する。

### (2) 技術課題及び到達目標

#### (技術課題)

ITU(国際電気通信連合)においてスプリアス発射等の規定が見直され、従来よりも厳しいスプリアス発射を測定することが求められ、測定器の受信機雑音程度の測定まで求められている。このため800MHzから26GHzまでの広い周波数帯域を効率よく高感度に受信すること、主通信波の強い電波信号を適切に抑圧して、微弱な不要電波発射の測定を可能とすることが必要となる。また、スプリアス電力のような非常に微弱な電波は、受信機における雑音レベルと同等のレベルであるため、この雑音の影響を無視することが困難となってきた。このため、高感度電波受信システムで受信した信号を長時間積分することで、非常に微弱な信号の放射電力を正確に評価すること、およびランダムに変動する雑音電波や熱雑音の影響を正確に評価するための統計的手法を導入し、対象となる微弱電波の平均放射電力の正確な測定方法の確立が必要となる。

#### (到達目標)

放射電力の測定において、周波数が800MHzから26GHzまでにおいて、-90dBm/MHz平均放射電力を受信し、その正確な測定方法を確立する。

なお、上記の目標を達成するに当たっての各年度ごとの目標については、以下の例を想定している。

#### (例)

##### (平成20年度)

- ・ 800MHzから2GHz程度までの周波数をカバーする受信システムの試作に着手するとともに、2GHz程度から10GHz程度まで、および10GHz程度から26GHzまでの周波数をカバーする受信システムの構成を設計する。
- ・ 受信信号をAD変換し、長時間記録するシステムの整備を行うとともに、記録された信号の長時間積分などの演算処理を行うプログラムの開発に着手する。さらに、測定された周波数ごとの放射電力推定値に対して、統計的手法を適用するための理論的検討を開始する。

##### (平成21年度)

- ・ 800MHzから2GHz程度までをカバーする受信システムを完成し、2GHz程度から10GHz程度までの周波数をカバーする受信システムと、10GHz程度から26GHzまでの周波数をカバーする受信システムの試作に着手し、その基礎データの取得を行う。
- ・ 整備された高感度受信システムを用いて測定データの取得を行って、演算処理を行うプログラムを開発する。統計的手法を適用した実証試験を実施し、対象となる微弱電波の平均放射電力が基準値を上回っていないことを評価する

手法を理論的に検討する。

(平成 22 年度)

- ・ 2GHz 程度から 10GHz 程度までの周波数をカバーする受信システムと、10GHz 程度から 26GHz までをカバーする受信システムを完成し、さまざまな測定対象に対する測定試験を実施する。
- ・ 測定データの演算処理を行うプログラムを完成する。統計的手法を実際に適用した場合の実用性評価を行い、対象となる微弱電波の平均放射電力が基準値を上回っていないことを評価する手法を確立する。また、パルス的に発射される信号成分の有無を判定するための尖頭値電力での評価についても理論的に検討する。

## 5. 実施期間

平成 20 年度から平成 22 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ともに、統計的手法による放射電力測定技術の実用化について、将来見込みを記載し、提案すること。

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頂くとともに、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) 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。

## ＜基本計画書＞

次世代無線通信技術の研究開発  
～回転楕円鏡を用いた高感度放射電力測定技術の研究開発～

## 1. 目的

近年、携帯電話をはじめとする移動通信サービスの利用増大に伴い、深刻な電波の逼迫状況が生じている。極めて稠密に利用されている6GHz以下の周波数帯域の周波数逼迫状況を緩和し、ワイヤレスブロードバンド環境の早期実現など新たな電波利用ニーズに的確に対応するため、電波資源拡大に資する技術の研究開発が必要不可欠である。また、周波数逼迫状況を緩和のため、より稠密な電波の利用や、周波数帯の共用を可能とする測定技術が要求されている。

一方、ユビキタス社会の到来を迎え、携帯電話機や無線LANに加え、RFIDやUWBなどの小型無線機器の爆発的増大が予測されている。これらの機器の多くは測定用の端子を有しないものが多く、既存の方法で測定を行うことは困難であり、新たな放射測定法の確立が求められている。

また、無線システム間での有害な混信を避け、国際的にも周波数をより有効に利用するため、ITU(国際電気通信連合)においてスプリアス発射等の規定が見直され、従来よりも広い周波数帯にわたって、厳密な測定を行うことが求められているが、従来の放射測定法ではこれを実現するのはきわめて難しい。

このため、使用する周波数帯はもとよりスプリアスの測定も可能とする、一方の焦点近傍に配置した無線機からの全放射電力が他方の焦点に集束するという楕円鏡の性質を利用した回転楕円鏡を用いた高感度放射電力測定技術の研究開発を実施する。

本技術の確立により、今後急増する多種多様な小型無線機の試験が、短時間で簡易・低コストで実施できるようになり、電波利用が進展し、その結果国民生活レベルの向上に寄与することができる。

## 2. 政策的位置づけ

「重点計画2007」(平成19年7月26日IT戦略本部決定)の3.1(2)(ウ)において、「2010年までに、電波利用の進んでいない周波数帯(ミリ波帯等)において容易に無線システムの利用を可能とする技術や携帯端末が周囲の電波利用環境を適切に把握し、その環境に自立的に適用する技術(コグニティブ無線通信技術)等を実現するため、未利用周波数帯の開拓や周波数有効利用技術の高度化に資する研究開発を実施する。」こととされている。

また「第3期科学技術基本計画 分野別推進計画」(平成18年3月28日、総合科学技術会議)の情報通信分野において、周波数の有効利用技術として「2010年までに、電波利用の進んでいない周波数帯(高マイクロ波帯、ミリ波帯等)において、容易に無線システムの利用を可能とする技術を実現する」こととされている。

## 3. 目標

無線設備から放射される帯域内信号並びにスプリアス電力を高感度にかつ簡易に測定できる新しい放射電力測定方法の確立が求められている。このため、楕円鏡の2つの焦点近傍に配置した供試機と受信アンテナの間で電磁的結合をする回転楕円鏡

を利用した測定システムを開発し、その供試機と受信アンテナの結合度として-10dB 以上を実現する新たな放射電力測定方法を確立する。

#### 4. 研究開発内容

##### (1) 概要

小型無線機から放射される帯域内信号並びにスプリアスの全放射電力(TRP)を、供試機からの全放射電力を瞬時に高い結合度で受信アンテナにより受信できるという特徴を持つ回転楕円鏡結合器を用いて瞬時に高感度で測定する放射電力測定法を開発する。

##### (2) 技術課題及び到達目標

###### (技術課題)

回転楕円鏡結合器は、オーバーサイズ空洞共振器であるため、多重反射が発生し測定に影響を与えると同時に受信アンテナによる散乱の問題が発生し、これらの影響を除去することが困難となり、回転楕円鏡の寸法・形状の最適化を図り、電波吸収体の利用や、データ処理法の開発をすることが必要である。

このため、以下の技術の研究開発を実施する。

- ・ 測定法としての基礎検討
- ・ 回転楕円鏡の寸法・形状の最適化、電波吸収体の配置に関する電磁界シミュレーション、並びにデータ処理法の開発により、多重反射を除去・抑圧する技術
- ・ 様々な無線設備に対応した回転楕円鏡結合器の試作と性能評価

###### (到達目標)

感度は試験機器から放射される全電力に対する受信アンテナによる受信電力の比である結合度で定量化し、これまでの標準的放射測定の場合の典型的結合度は-40 dB~-50 dB であるため、本研究開発では-10 dB 以上を目標とする。また、測定時間については、数十秒程度で TRP を測定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各年度ごとの目標については、以下の例を想定している。

###### (例)

###### (平成 20 年度)

- ・ 回転楕円鏡結合器を用いた TRP 測定システムの構成、校正法、測定精度など測定法の基礎検討を実施する。
- ・ 回転楕円鏡結合器の最適設計法や多重反射抑圧法を開発する。
- ・ 無線 LAN 機器などの GHz 帯を使用する機器を対象にした回転楕円鏡結合器を試作し、性能評価を行う。

###### (平成 21 年度)

- ・ 低散乱プローブの開発、データ処理法の研究により更なる高精度測定法を開発する。
- ・ 携帯電話、RFID タグやリーダ/ライタ等 800MHz~3GHz の無線機器を対象にした回転楕円鏡結合器を試作し、性能評価を行う。

###### (平成 22 年度)



- ・ 10GHz～26GHz の高次スプリアスの測定を目的とする回転楕円鏡結合器を試作し、性能評価を行う。
- ・ 同一の無線機器を対象とした他の標準的放射電力測定法との比較検証実験を実施し、精度や不確かさなど測定法としての総合的評価を行う。
- ・ 国内外の標準化機関への提案を通して、標準化へ寄与する。

## 5. 実施期間

平成 20 年度から平成 22 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ともに、回転楕円鏡を用いた高感度放射電力測定技術の実用化について、将来見込みを記載し、提案すること。

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頂くとともに、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。

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。

### (2) 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。

## ＜基本計画書＞

## 次世代無線通信技術の研究開発

## ～測定空間における散乱波の影響を抑制する技術の研究開発～

## 1. 目的

近年、携帯電話をはじめとする移動通信サービスの利用増大に伴い、深刻な電波の逼迫状況が生じている。極めて稠密に利用されている6GHz以下の周波数帯域の周波数逼迫状況を緩和し、ワイヤレスブロードバンド環境の早期実現など新たな電波利用ニーズに的確に対応するため、電波資源拡大に資する技術の研究開発が必要不可欠である。また周波数逼迫状況を緩和のため、より稠密な電波の利用や、周波数帯の共用を可能とする測定技術が要求されている。

一方、近年のワイヤレスブロードバンド技術の進展により、アンテナ一体型の小型無線機器が、多様な機器メーカーにより開発され、次々と市場に登場するようになってきた。現状ではこのような無線機器から実際に発射される電波の特性を簡易に評価する手法が確立されておらず多様な無線機器の円滑な開発に支障をきたすため、新たな無線システムの普及を阻害する恐れがある。

このため、アンテナ一体型の小型無線機器が発射する電波の特性を、十分な精度を保ちつつ、比較的簡易な測定装置及び測定法により測定を可能とする測定空間における散乱波の影響を抑制する技術の研究開発を実施する。

## 2. 政策的位置付け

「重点計画 2007」(平成 19 年 7 月 26 日 IT 戦略本部決定)の 3. 1(2)(ウ)において、「2010 年までに、電波利用の進んでいない周波数帯(ミリ波帯等)において容易に無線システムの利用を可能とする技術や携帯端末が周囲の電波利用環境を適切に把握し、その環境に自立的に適用する技術(コグニティブ無線通信技術)等を実現するため、未利用周波数帯の開拓や周波数有効利用技術の高度化に資する研究開発を実施する。」こととされている。

また「第3期科学技術基本計画 分野別推進計画」(平成 18 年 3 月 28 日、総合科学技術会議)の情報通信分野において、周波数の有効利用技術として「2010 年までに、電波利用の進んでいない周波数帯(高マイクロ波帯、ミリ波帯等)において、容易に無線システムの利用を可能とする技術を実現する」こととされている。

## 3. 目標

無線LANなどのアンテナ一体型の小型無線機器が発射する周波数2～12GHzの電波の特性、例えば等価等方輻射電力などを、電波吸収体を設置できない一般の事務室などの簡易な環境下で、周囲散乱波による不確かさを約 1.0dB 以下に低減して測定できる測定装置を実現する。

## 4. 研究開発内容

## (1) 概要

小型無線機器から発射される2～12GHz帯の電波の特性を、10m<sup>2</sup>程度の比較的狭

い空間において、周囲散乱波による不確かさを約 1.0dB 以下に抑えて測定できるようにするために、必要な広帯域アンテナの小型・高性能化と、簡易な測定環境下でも天井・床・壁面からの散乱波の影響を低減できる信号処理機能を備えた放射波測定装置の研究開発を行う。

## (2) 技術課題及び到達目標

### (技術課題)

従来、小型無線機器の放射波の測定は電波暗室で行われているが、電波暗室を用意できないことが多く、簡易な測定環境下でも、電波暗室での放射電力測定と同等な(標準不確かさ 1.5dB 以下)測定を可能とする測定方法の確立が必要とされている。しかし、簡易な測定環境下でも測定を可能とするには、周囲反射波の影響を低減できる信号処理技術とこれに適した測定用アンテナの開発が不可欠である。測定用アンテナの高性能化が不可欠である。このため、低周波数帯用アンテナ(2~5GHz 帯)と高周波数帯用アンテナ(5~12GHz 帯)の2種類の指向性の良い小型広帯域アンテナが必要となる。さらに、事務用機器や壁面などに囲まれた 10m<sup>2</sup> 程度の比較的狭い空間において放射電力測定を標準不確かさ 1.5dB 以下で実施するには、周囲反射波による不確かさを約 1.0dB 以下に低減する必要があるが、受信面が広がるアンテナアレイによる指向性向上や既存のベースバンド信号処理技術は利用できないため、新たに直接波を抽出して散乱波の影響を低減できる高周波信号処理技術の開発が必要である。

### (到達目標)

測定用広帯域アンテナの開発においては、低周波数帯用アンテナ(2~5GHz 帯)として、開口面面積 400cm<sup>2</sup> 以下、利得4dBi 以上、定在波比(VSWR)2.0 以下(50Ω系)を、高周波数帯用アンテナ(5~12GHz 帯)として、開口面面積 100cm<sup>2</sup> 以下、利得8dBi 以上、VSWR2.0 以下(50Ω系)を目標とする。

また、周囲散乱波の影響を低減可能な信号処理機能を備えた放射波測定装置については、2GHzにおいて、直接波に対する散乱波の影響を 20dB 程度低減すること、10GHzにおいて、直接波に対する散乱波の影響を 30dB 程度低減すること、さらに容易に移動可能であることを目標とする。なお、研究成果については学会発表や特許取得に努める必要がある。

上記の目標を達成するに当たっての各年度ごとの目標については、以下の例を想定している。

### (例)

#### ・平成 20 年度

- (a) 研究開発する測定法に適した、かつ従来のものよりも高性能な低周波数帯用アンテナ(2~5 GHz)の開発
- (b) 散乱波の影響を低減できる信号処理技術の基礎的検討

#### ・平成 21 年度

- (a) 研究開発する測定法に適し、かつ従来のものよりも高性能な高周波数帯用アンテナ(5~12 GHz)の開発
- (b) 周囲散乱波の影響を低減可能な信号処理機能を備えた放射波測定装置(2~5 GHz)の研究開発

・平成 22 年度

- (a) 周囲散乱波の影響を低減可能な信号処理機能を備えた放射波測定装置（5～12 GHz）の研究開発
- (b) 本測定法と既存測定法との比較及び評価

## 5. 実施期間

平成 20 年度から平成 22 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ともに、測定空間における散乱波の影響を抑制する技術の実用化について、将来見込みを記載し、提案すること。

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頂くとともに、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) 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。

## ＜基本計画書＞

## 次世代無線通信技術の研究開発

## ～広帯域・大型アンテナ及びスペクトラムアナライザの高安定化技術の研究開発～

## 1. 目的

近年、携帯電話をはじめとする移動通信サービスの利用増大に伴い、深刻な電波の逼迫状況が生じている。極めて稠密に利用されている6GHz以下の周波数帯域の周波数逼迫状況を緩和し、ワイヤレスブロードバンド環境の早期実現など新たな電波利用ニーズに的確に対応するため、電波資源拡大に資する技術の研究開発が必要不可欠である。また、周波数逼迫状況の緩和のため、より稠密な電波の利用や、周波数帯の共用を可能とする測定技術が要求されている。

さらにより稠密な電波の利用するにあたり、設計・認証・運用段階において、その無線設備の特性を測定によって正確に評価することが極めて重要である。特に、認証段階においては、測定機関によってその測定結果がばらつかないようにする技術が求められている。

これまで、主に5GHz帯の無線局の放射電力測定法の不確かさについて検討が行われてきたが、その高調波等の測定やさらなる利用周波数の拡大をにらんでより高い周波数帯の測定不確かさの評価とその改善(高安定化)を図る必要がある。

このため、マイクロ波帯・ミリ波帯におけるアンテナや受信器といった測定系を評価する技術・手法を確立し、測定系が有する問題を把握、改善することを目的として広帯域・大型アンテナ及びスペクトラムアナライザの高安定化技術の研究開発を実施する。

## 2. 政策的位置づけ

「重点計画2007」(平成19年7月26日IT戦略本部決定)の3.1(2)(ウ)において、「2010年までに、電波利用の進んでいない周波数帯(ミリ波帯等)において容易に無線システムの利用を可能とする技術や携帯端末が周囲の電波利用環境を適切に把握し、その環境に自立的に適用する技術(コグニティブ無線通信技術)等を実現するため、未利用周波数帯の開拓や周波数有効利用技術の高度化に資する研究開発を実施する。」こととされている。

また「第3期科学技術基本計画 分野別推進計画」(平成18年3月28日、総合科学技術会議)の情報通信分野において、周波数の有効利用技術として「2010年までに、電波利用の進んでいない周波数帯(高マイクロ波帯、ミリ波帯等)において、容易に無線システムの利用を可能とする技術を実現する」こととされている。

## 3. 目標

マイクロ波・ミリ波帯の無線設備の放射電力測定に用いる広帯域アンテナや大型(高利得)アンテナおよびスペクトラムアナライザの安定化を図り、測定結果のばらつきを低減するために、これらの測定器類の特性が測定結果に及ぼす影響を正確に評価する技術を研究開発する。

## 4. 研究開発内容

## (1) 概要

マイクロ波・ミリ波帯の無線設備の測定における放射電力測定結果のばらつきの主な原因として、測定に用いるアンテナおよびスペクトラムアナライザの特性の違いがある。このため、マイクロ波・ミリ波帯の広帯域・大型アンテナ及びスペクトラムアナライザを用いた無線設備の放射電力測定において、測定のばらつきを低減する広帯域・大型アンテナの高安定化技術及びスペクトラムアナライザの高安定化技術を確立する。

## (2) 技術課題および到達目標

### ア 広帯域・大型アンテナの高安定化技術

#### (技術課題)

これまで、マイクロ波帯・ミリ波帯の測定用アンテナ、例えば標準ホーンアンテナの特性については比較的正確に評価されているが、広帯域アンテナや比較的に大型の測定用アンテナの特性については、測定パターンが複雑で、かつ確保すべき測定距離が長いため、その特性を正確に評価できないという問題点があった。

また、マイクロ波帯になると、ケーブルの曲げやコネクタ脱着による不確かさが増大する。また、アンテナについても指向性が鋭くなることによるアンテナの設置誤差が増大する。さらにミリ波になると、それまでの同軸ケーブルが使えなくなるので導波管系の不確かさを考慮する必要がある。このように周波数が高くなると一般に不確かさは増大すると想定される。

このため、周波数1GHz～110GHz帯の放射電力測定に使用する広帯域アンテナや波長に比べて大きな高利得アンテナについて、その諸特性(利得、指向性等)が測定結果に及ぼす影響を正確に評価できる技術を確立し、併せてアンテナの較正法を比較検討し、必要に応じて較正技術の改良等を行う必要がある。

#### (到達目標)

ダブルリジッドガイドアンテナのような広帯域アンテナや、パラボラアンテナに代表される波長に比べて大きな測定用アンテナ等の諸特性(利得、指向性)を、複数の手法を用いて評価する技術を確立して較正技術の改良等を図り、再現性のある高安定な測定を可能にする。最終的には、検討対象としては、レーダ局の放射電力測定(基本波およびスプリアス測定)を想定し、ITU-Rにおける推奨値を元に、不確かさを4dB以内(包含係数 $k=2$ )で可能に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各年度ごとの目標については、以下の例を想定している。ただし、不確かさの値については研究の進展等に応じ、必要に応じて見直すことが望ましい。

#### (例)

##### ・平成 20 年度

マイクロ波帯の測定用広帯域アンテナの諸特性(利得、指向性等)を評価し、測定結果に及ぼす影響を評価する。併せてアンテナの較正法を比較検討し、必要に応じて較正技術の改良等を行うことにより、利得較正の不確かさを 2dB 以内(包含係数 $k=2$ )で可能にする。

##### ・平成 21 年度

マイクロ波帯の測定用大型アンテナの諸特性(利得、指向性等)を評価し、測定結果に及ぼす影響を評価する。併せてアンテナの較正法を比較検討し、必要に応じて較正技術の改良等を行うことにより、利得較正の不確かさを 3dB 以内(包含係数 $k=2$ )で可能にする。

##### ・平成 22 年度

ミリ波帯の測定用広帯域アンテナの諸特性(利得、指向性等)を評価し、測定結果

に及ぼす影響を評価する。併せてアンテナの較正法を比較検討し、必要に応じて較正技術の改良等を行うことにより、利得較正の不確かさを 2dB 以内(包含係数  $k=2$ )で可能にする。

・平成 23 年度

ミリ波帯の測定用大型アンテナの諸特性(利得、指向性等)を評価し、測定結果に及ぼす影響を評価する。併せてアンテナの較正法を比較検討し、必要に応じて較正技術の改良等を行うことにより、を評価し、利得較正の不確かさを 3dB 以内(包含係数  $k=2$ )で可能にする。

## イ スペクトラムアナライザの高安定化技術

(技術課題)

マイクロ波・ミリ波帯の無線設備の特性測定に用いるスペクトラムアナライザについては、正弦波信号に対する応答については比較的正確に評価されているが、広帯域変調信号に対する応答については、正確な評価は行われていない。

このため、周波数 1GHz~110GHz 帯の放射電力測定に使用するスペクトラムアナライザについて、その諸特性(正弦波応答、繰り返しパルス応答、ダイナミックレンジ、フィルタ特性等)が測定結果に及ぼす影響を正確に評価できる技術を確立する必要がある。併せてスペクトラムアナライザの較正法を比較検討し、必要に応じて較正技術の改良等を行う必要がある。

(到達目標)

スペクトラムアナライザの諸特性(正弦波応答、繰り返しパルス応答、ダイナミックレンジ、フィルタ特性)を測定する技術・手法を確立し、問題点を明らかにする。較正技術の改良等を図り、再現性のある高安定な測定を可能にする。最終的には、マイクロ波帯・ミリ波帯スペクトラムアナライザの正弦波応答の較正不確かさ、繰り返し／広帯域パルス応答の測定不確かさをそれぞれ CISPR 規格(CISPR16-1-1)における要求条件を元に 2dB, 3dB 以内(包含係数  $k=2$ )にする。

なお、上記の目標を達成するに当たっての各年度ごとの目標については、以下の例を想定している。ただし、不確かさの値については研究の進展等に応じ、必要に応じて見直すことが望ましい。

(例)

・平成 20 年度

マイクロ波帯のスペクトラムアナライザの諸特性(正弦波応答、ダイナミックレンジ、フィルタ特性)を評価し、繰り返しパルス応答の測定不確かさと、その関連性を評価する。併せてスペクトラムアナライザの較正法を比較検討し、これによって、繰り返しパルス測定の不確かさを、3dB 以内(包含係数  $k=2$ )とする。

・平成 21 年度

マイクロ波帯のスペクトラムアナライザの諸特性(広帯域パルス波／変調波)を評価し、それらの測定不確かさを明らかにするとともに、その要因について分析を行う。さらに不確かさの改善法について検討を行い、広帯域パルス波／変調波の測定不確かさを 3dB 以内(包含係数  $k=2$ )とするための方法／条件を明らかにする。

ミリ波帯のスペクトラムアナライザの諸特性(正弦波応答、ダイナミックレンジ)を評価し、併せてスペクトラムアナライザの較正法を比較検討し、正弦波応答の較正不確かさを、2dB 以内(包含係数  $k=2$ )とする。

・平成 22 年度

ミリ波帯のスペクトラムアナライザの諸特性(繰り返しパルス応答、フィルタ特性)を評価し、繰り返しパルス応答の測定不確かさと、その要因を分析する。併せて不確

かさの改善法について検討を行い、これによって、繰り返しパルス応答の測定不確かさを、3dB 以内(包含係数  $k=2$ )とする方法／条件を明らかにする。

・平成 23 年度

ミリ波帯のスペクトラムアナライザの諸特性(広帯域パルス波／変調波)を評価し、それらの測定不確かさと、その要因を分析する。併せて不確かさの改善法について検討を行い、これによって広帯域パルス波／変調波の測定不確かさを、3dB 以内(包含係数  $k=2$ )とする方法／条件を明らかにする。

## 5. 実施期間

平成 20 年度から平成 23 年度までの 4 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ともに、広帯域・大型アンテナの高安定化技術及びスペクトラムアナライザの高安定化技術の実用化について、将来見込みを記載し、提案すること。

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など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ともに、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を開催(共催)するなど、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) 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。