

平成18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18年2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	3
6. 契約	4
7. 研究者の雇用等	5
8. 研究成果	5
9. 購入設備の扱い	6
10. 次年度以降の扱い	6
11. 応募の手続き	7
12. 提案書の扱い	8
13. その他	8
14. 問い合わせ及び提出先	8

別紙 対象経費(直接経費)の範囲

別紙① <基本計画書>衛星通信と他の通信の共用技術の研究開発

別紙② <基本計画書>偏波多重衛星通信技術の研究開発

別紙③ <基本計画書>衛星通信用中継器における周波数高密度利用技術の研究
開発

別紙④ <基本計画書>高マイクロ波帯用アンテナ技術の高度化技術の研究開発

別紙⑤ <基本計画書>ミリ波帯高精細映像伝送技術の研究開発

別紙⑥ <基本計画書>800MHz 帯映像素材中継用移動通信システムの高度化の
ための研究開発

総務省では、電波資源拡大のための研究開発(電波のより能率的な利用に資する技術としておおむね5年以内に開発すべき技術に関する研究開発)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.の要件を満たす、単独ないし複数の企業、大学、公益法人等の研究機関。

- 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有する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18年度は、以下の研究開発課題に対する提案を公募いたします。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。

個別研究開発課題	実施予定額 (初年度上限)	実施期間 (目途)
① 衛星通信と他の通信の共用技術の研究開発	5.2 億円程度	2ヶ年
② 偏波多重衛星通信技術の研究開発	1.7 億円程度	3ヶ年
③ 衛星通信用中継器における周波数高密度利用技術の研究開発	3.7 億円程度	4ヶ年
④ 高マイクロ波帯用アンテナ技術の高度化技術の研究開発	6.0 億円程度	4ヶ年
⑤ ミリ波帯高精細映像伝送技術の研究開発	2.0 億円程度	4ヶ年
⑥ 800MHz 帯映像素材中継用移動通信システムの高度化のための研究開発	1.0 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①～⑥の基本計画書を参照して下さい。

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には研究機関(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ご注意ください。

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(「14. 問い合わせ及び提出先」参照)まで電話にてご連絡願います。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ご了承下さい。

なお、提案書の返却は致しませんので、必ず写し等を手許に保管しておいて下さい。(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補助的な観点(実用化への波及、研究開発実績、標準化への取り組み等)
- ⑤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。

なお、原則として個別研究課題毎に1件の提案を採択します。

(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。

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(あるいはしない)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、あるいは別途取り

決めを交わしていただくことがありますので、ご了承下さい。

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、ご留意願います。

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。3月31日が土曜、日曜、祝日にあたる場合はその直前の平日が該当。)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となります。

(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言い、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

購入設備の所有権は支払額の確定後、国に帰属することになります。購入設備の研究開発期間中における管理は、原則として契約先である研究機関が実施するものとします。

(2) 研究開発終了後の扱い

研究開発終了後の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、全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. 応募の手続き

(1) 応募の方法

応募される研究機関は、平成18年3月24日(金)17時(必着)までに、総務省担当係あて(「14. 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)して下さい。

持ち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)までに持ち込んで下さい。

※ 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、総務省に提出して下さい。

(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、採択評価の状況等により前後することがあります。

4月上旬～4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
4月下旬 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

12. 提案書の扱い

提出された提案書は本研究開発の委託先選定のためにのみ用い、総務省において厳重に管理いたします。また、本提案書に含まれる個人情報については、研究開発実施体制の審査以外を目的として利用することはありません。(ただし、法令等により提供を求められた場合を除きます。)

13. 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、関係省庁との連携等、政府としての基本方針や取り組みにご協力をお願いすることがあります。

14. 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】

個別研究開発課題	担当係
① 衛星通信と他の通信の共用技術の研究開発	総合通信基盤局電波部基幹通信課国際係 TEL: 03-5253-5887 FAX: 03-5253-5889
② 偏波多重衛星通信技術の研究開発	総合通信基盤局電波部基幹通信課国際係 TEL: 03-5253-5887 FAX: 03-5253-5889
③ 衛星通信用中継器における周波数高密度利用技術の研究開発	情報通信政策局宇宙通信政策課宇宙通信調査室システム係 TEL: 03-5253-5771 FAX: 03-5253-5772
④ 高マイクロ波帯用アンテナ技術の高度化技術の研究開発	総合通信基盤局電波部衛星移動通信課振興係 TEL: 03-5253-5902 FAX: 03-5253-5903
⑤ ミリ波帯高精細映像伝送技術の研究開発	情報通信政策局放送技術課企画係 TEL: 03-5253-5784 FAX: 03-5253-5788
⑥ 800MHz 帯映像素材中継用移動通信システムの高度化のための研究開発	情報通信政策局放送技術課企画係 TEL: 03-5253-5784 FAX: 03-5253-5788

【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】

E-mail: wireless-rd@ml.soumu.go.jp

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＞

衛星通信と他の通信の共用技術の研究開発

1. 目的

総務省は、平成 15 年 7 月の情報通信審議会答申「電波政策ビジョン」を受け、同年 10 月に「周波数の再編方針」を公表した。本方針では、平成 25 年頃に、低マイクロ波帯（3～6GHz）において 1GHz 以上の周波数が移動通信システムに必要なとなると推測されている。また、この周波数帯については、平成 15 年度の電波利用状況調査結果の総括において、第 4 世代移動通信等の移動通信に必要な周波数を割り当てることとし、この周波数帯を使用している固定通信はできるだけ光ファイバや他の周波数帯に移行することが適当であるとしている。さらに、移動通信は、この周波数帯を使用している固定衛星通信との共用に配慮する必要があるとしている。

このように、低マイクロ波帯では、周波数需要を満たすために、衛星通信、移動通信及び固定通信の周波数共用を促進することが求められている。

一般的に衛星通信は、衛星からの微弱電波を受信するために高い受信感度が必要である。そのため、移動通信及び固定通信との混信・干渉の問題を回避するには、周波数の分離や、地理的な隔離を大きく取らなければならないという制約を受けている。

そこで、周波数共用を促進するために、受信地球局のアンテナにおいて特定の方向に不感領域を作ることのできる干渉除去用アダプティブアンテナ機能を付加することにより、衛星通信と他の通信（移動通信、固定通信）の周波数共用を可能とする技術を開発する。併せて、当該技術を活用して周波数共用を図るための技術的条件を明確化する研究を行う。

これにより、衛星／地上通信の混在という利用環境において、周波数や地理的な位置関係に関する制約を大きく軽減することができるとともに、効率的な周波数利用と衛星／地上通信インフラの柔軟な構築への貢献が期待できる。

なお、当該開発技術は、低マイクロ波帯のみならず高マイクロ波帯（6～30GHz）でも応用可能であり、さらに、衛星／地上共用のみならず地上／地上共用への応用も可能であることから、周波数再編方針の実現に資するものである。

2. 政策的位置付け

情報通信審議会の答申である「電波政策ビジョン」（平成 15 年 7 月 30 日）を受けて総務省が公表した「周波数の再編方針」において、平成 20 年までに移動通信システムや無線 LAN に各々数百 MHz 幅の周波数帯域を確保することが必要とされている。また、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 幅の周波数帯域を確保することが必要とされている。

また、「平成 17 年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針」（総合科学技術会議）において重点化すべき研究開発分野として、以下のとおり明記されているところである。

【抜粋】

- ・ p. 6 厳しい国際競争において我が国がイニシアチブを得られるよう、情報通信分

野の研究開発を国際的優位性の比較評価に基づき強力に国家戦略として推進し、その成果を世界標準に積極的に反映。

・ p.26 (i) ネットワークがすみずみまで行き渡った社会への技術

無線等による高信頼な超高速モバイルインターネットシステムを実現

さらに以下のとおり衆議院及び参議院の総務委員会において、電波の逼迫状況を解消するため、未利用周波数帯の研究開発に取り組む旨の国会附帯決議がなされている。

・ 衆議院・総務委員会（平成16年4月13日）

「電波の逼迫状況を解消するため、電波の再配分のみでなく、未利用周波数帯の開拓等の技術開発を含め、電波の有効利用に引き続き取り組むこと。」

・ 参議院・総務委員会（平成16年5月11日）

「電波の逼迫状況を解消するため、未利用周波数帯の利用技術や共同利用システム等の研究開発を含め、電波の有効利用に一層取り組むこと。」

3. 目標

Cバンドを用いる衛星通信と第4世代移動通信等との周波数共用を可能とする環境を実現するため、従来の受信地球局のアンテナに、特定の方向に不感領域を作ることのできる干渉除去用アダプティブアンテナ機能を付加する技術を開発するとともに、周波数共用を図るための技術的条件を明確化する。

4. 研究開発内容

① 概要

アダプティブアンテナ機能を実現するため、特定方向に不感領域を作ることにより干渉波抑圧量を向上させるための処理アルゴリズムの開発・演算処理高度化、干渉波抑圧の際の波形歪補正処理、干渉波源の動的追尾等の技術の研究開発を行う。

② 技術課題および到達目標

(技術課題)

アダプティブアンテナにより、移動通信等からの干渉波を抑圧し、微弱な衛星からの信号を受信するためには、従来の受信地球局のアダプティブアンテナで実現されてきた干渉波抑圧量をさらに向上させるとともに、干渉波抑圧処理によって生ずる波形歪を防止して衛星到来波の受信品質を確保する必要がある。また、干渉を与える無線局に対して動的な追尾を必要とする。

(到達目標)

Cバンドを用いる受信地球局のアンテナと干渉波源となる移動体端末の離隔距離が20mにおいて、ビット誤り率が 1×10^{-6} 以下となる衛星通信の回線品質（変調方式としてQPSK、伝送速度として数十Mbpsを想定。FECを含む。）を確保することを目標とする。

また、以下に例示するように、各年度において到達目標を設定することとする。

(平成18年度)

- ・ 受信地球局を調査し、所要干渉波抑圧量を算出する
- ・ 干渉波抑圧アルゴリズム及び干渉波検出・追尾方式について理論検討・シミュレーションを行い、所要抑圧量を満足する方式を開発する
- ・ 干渉波抑圧アルゴリズム及び干渉波検出・追尾アルゴリズム等のソフトウェアの部分試作、受信地球局に追加する補助受信装置及び信号処理装置のハードウェアの部分試作を実施するとともに、干渉波抑圧量の測定評価のための試験用測定装置及び空間での信号を模擬するための試験装置を試作し、ハードウェア及びソフトウェアの評価を実施し、所要抑圧量を達成する

(平成19年度)

- ・ 実際の受信地球局に機材を据え付け、実空間での干渉波抑圧を試験するとともに衛星からの回線品質を評価するため、前年度試作したハードウェア及びソフトウェアの追加・改良を実施するとともに、干渉波源となる模擬干渉波端末を試作し、実空間での干渉波抑圧量・回線品質の評価を実施して、所要の品質を達成する

5. 実施期間

平成18年度から19年度までの2年間

6. その他

応募者は、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すること。

また、その活動計画・方策について具体的に提案書に記載すること。

その他、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も提案書[5 a] (実施体制説明書)の「3 研究開発体制図」や「6 共同研究契約等について」の中へできるだけ具体的に記載すること。

研究開発の実施に当たっては、関連する要素技術間の調整、成果の取りまとめ方等研究開発全体の方針について幅広い観点から助言を頂くとともに、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、有識者等を参画させること。

＜基本計画書＞

偏波多重衛星通信技術の研究開発

1. 目的

衛星通信システムは、広域に対して通信を確保できる最も信頼できる手段の一つとして、災害時における基幹回線として大きな役割を果たしているほか、山間部や離島向け通信サービスや途上国向け国際通信等の分野で今後も大きな需要が想定されている。

一方、携帯電話等移動通信システムの増加に伴い、低マイクロ波帯の周波数は非常に逼迫しており、現在の衛星通信の利用の中心は徐々に Ku 帯へ移行しつつあるが、Ku 帯は国際的に利用が進んでおり、静止衛星軌道位置が混雑しているため、新たな軌道位置を確保することが困難となりつつあり、Ku 帯でのみで将来の衛星通信需要を賄うことは困難である。

我が国では、平成 19 年度にはより高い周波数帯の Ka 帯を利用した超高速インターネット衛星の打ち上げ・実証実験が予定されているなど、当該周波数帯への移行の取組みが進められているところであるが、今後データ通信用途等の需要増加が予想され、この周波数帯の有効利用を促進する研究開発が必要となっている。

本件は、現状では利用が進んでいないが今後急速な需要増大が想定される Ka 帯の周波数有効利用のために、Ku 帯までは実現されているが Ka 帯ではまだ実現されていない偏波多重技術の研究開発を行い、今後の周波数需要に対応することを目的とするものである。

2. 政策的位置付け

情報通信審議会の答申である「電波政策ビジョン」（平成 15 年 7 月 30 日）を受けて総務省が公表した「周波数の再編方針」において、平成 20 年までに移動通信システムや無線 LAN に各々数百 MHz 幅の周波数帯域を確保することが必要とされている。また、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 幅の周波数帯域を確保することが必要とされている。そのような再編を実現するためには、上記のように衛星通信等の周波数移行を促進する必要があり、関係技術の開発が求められる。

また、「平成 17 年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針」（総合科学技術会議）において重点化すべき研究開発分野として、以下のとおり明記されているところである。

【抜粋】

- ・ p. 6 厳しい国際競争において我が国がイニシアチブを得られるよう、情報通信分野の研究開発を国際的優位性の比較評価に基づき強力に国家戦略として推進し、その成果を世界標準に積極的に反映。

- ・ p. 26 (i) ネットワークがすみずみまで行き渡った社会への技術

無線等による高信頼な超高速モバイルインターネットシステムを実現

さらに以下のとおり衆議院及び参議院の総務委員会において、電波の逼迫状況を解消するため、未利用周波数帯の研究開発に取り組む旨の国会附帯決議がなされている。

- ・ 衆議院・総務委員会（平成 16 年 4 月 13 日）

「電波の逼迫状況を解消するため、電波の再配分のみでなく、未利用周波数帯の開拓等の技術開発を含め、電波の有効利用に引き続き取り組むこと。」

・参議院・総務委員会（平成16年5月11日）

「電波の逼迫状況を解消するため、未利用周波数帯の利用技術や共同利用システム等の研究開発を含め、電波の有効利用に一層取り組むこと。」

3. 目標

Ka帯において、衛星通信の偏波多重を可能とするため、Dual Grid アンテナの研究開発を行い、最大で2倍の周波数有効利用を実現する。

4. 研究開発内容

① 概要

Dual Gridアンテナは、Dual Gridリフレクタとその給電回路からなる。Dual Gridリフレクタは、2つのリフレクタを重ねて配置し、2つの直交偏波（垂直偏波及び水平偏波）に対応したビームをそれぞれ独立に形成するものである。本研究開発においては、Ku帯に比べより高い精度を要求されるKa帯用のリフレクタを開発する。また、このDual Gridアンテナの給電回路については、一般的に使用される導波管を用いると三次元的な構造で大型になり衛星への搭載が困難になるため、高密度実装された小型で軽量の給電回路を開発する。

② 技術課題および到達目標

（技術課題）

本研究開発では、Ka帯で使用可能な高精度リフレクタの実現に向けて軌道上の熱変形を小さくするために、既存のKu帯で使用している材料より熱膨張の小さい新たな材料の開発が課題となる。

また、衛星への搭載性を考慮して、高密度実装された小型/軽量の給電回路の開発が課題となる。

（到達目標）

高精度リフレクタの開発においては、開口径が2m級のDual Gridアンテナを作成し、交差偏波識別度33dB以上を実現するため鏡面熱変形量0.25mm RMSを達成することを目標とする。また、小型給電回路の開発においては、サイズを100×100×200mm以下に抑えた回路を作成することを目標とする。

また、以下に例示するように、各年度において到達目標を設定することとする。

（平成18年度）

- ・ Dual Grid アンテナを実現するためのリフレクタ構成についての方式を検討し、基本設計を完了させる
- ・ 材料定数、アンテナ諸元を変えた特性シミュレーションを実施してリフレクタ材料についての基礎的要求条件を明らかにし、リフレクタ材料の調査・選定を行い、サンプルを用いて熱膨張係数、強度剛性、吸湿、熱伝導などの基礎的な

材料試験評価を行い、材料の候補を3種程度に絞る

- ・ 次年度に実施する部材試験（材料をリフレクタ構成部品の形状に製造したものをを用いた試験）の内容を検討し、実施試験の項目・課題を明らかにする
- ・ 衛星搭載を考慮した小型/軽量の給電回路の基礎検討を行い、設計上の課題を明らかにする

（平成19年度）

- ・ 材料定数を考慮してシミュレーションを行い、熱変形量と通信性能を明らかにする
- ・ 候補材料を用いて部材試験にて評価を行い、材料候補を1種に絞る
- ・ 1m級のリフレクタの設計及び試作を行い、鏡面熱変形量0.15mm RMSレベルを達成する
- ・ 1m級の試作結果に基づき、2m級の設計を実施する
- ・ 小型給電回路について設計・要素試作を行い、送信面は鏡面修整アンテナ、受信アンテナはマルチビームアンテナに対応することを可能とする

（平成20年度）

- ・ 2m級のアンテナを作成し、鏡面熱変形量0.25mm RMSレベルを達成する
- ・ 小型給電回路の設計、試作を行い、回路サイズ100×100×200mmを達成する
- ・ アンテナ放射パターン測定を実施し、所望の性能が得られていることを確認する

5. 実施期間

平成18年度から20年度までの3年間

6. その他

応募者は、本研究開発で確立した技術の普及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すること。

また、その活動計画・方策について具体的に提案書に記載すること。

その他、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も提案書[5 a]（実施体制説明書）の「3 研究開発体制図」や「6 共同研究契約等について」の中へできるだけ具体的に記載すること。

研究開発の実施に当たっては、関連する要素技術間の調整、成果の取りまとめ方等研究開発全体の方針について幅広い観点から助言を頂くとともに、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、有識者等を参画させること。

＜基本計画書＞

衛星通信用中継器における周波数高密度利用技術の研究開発

1. 目的

ユビキタスネット社会において、安全・安心な社会の実現に貢献するシステムとして、気象・災害状況等を観測し情報を収集し集約する全国規模のセンサ情報ネットワークシステムの構築が有効である。

既に地上系のシステムとしてセンサ情報を収集するシステムが存在するが、伝送経路と通信制御が複雑であるため、災害発生時に通信システムが分断されたりトラフィック増加による通信の輻輳が発生したりすることにより、円滑なデータ伝送が行えない場合が想定される。一方で、衛星通信システムは、同報性、広域性、移動性、耐災害性等に優れており、既存の地上系ネットワークが存在しない広範なエリアにおいても衛星通信を利用してセンサ情報ネットワークシステムを構築できるほか、通信経路も単純化できることから、優れた役割を果たすと期待される。

しかし、衛星通信システムに利用される周波数は、各国の衛星の打ち上げ増加に伴い逼迫していることから、数 MHz 程度の可能な限り狭い帯域でシステムを構築する必要がある。このため、数 MHz という狭い帯域内に情報速度や送出周期の異なる観測データを柔軟に收容するため、周波数及び時間を効率よく利用する通信制御の実現、かつ、通信チャネルを稠密に配置することによる周波数利用効率を向上する技術の組み合わせにより、限られた周波数帯域を高密度に利用する技術の研究開発が必要である。

なお、今回の開発においては、観測局の耐災害性の観点から、比較的柔軟な指向性を持つ S バンドを開発のターゲットとするが、開発技術そのものは、Ku バンド、Ka バンドにおいても活用可能なものとする。これによって、衛星通信用中継器の周波数帯に関係なく利用効率を向上させることにより、増大する様々な衛星通信への需要に対応するほか、周波数有効利用を図ることが可能になると期待できる。

2. 政策的位置付け

総務省では、情報通信審議会答申「電波政策ビジョン」（平成 15 年 7 月 30 日）を受け、電波有効利用技術の研究開発を推進している。

IT 戦略本部においては、平成 18 年 1 月 19 日の「IT 新改革戦略」において、今後の IT 政策の重点として、以下のとおり明記されているところである。

【抜粋】

- ・ p. 10 また、これを支える基盤となる、デジタル・ディバイドのない IT 社会の実現、安心して IT を使える環境の整備、人材育成・教育、研究開発を推進するとともに、先進的なモデル地域における利用・活用の具体化などを通じ、IT の恩恵・利便を実感できるようにしていくことも重要である。
- ・ p. 38 国際競争力の維持・強化に向け、電子タグ、光ネットワーク、ロボット、コアデバイス、情報家電、モバイル等我が国がリードする IT や、他分野の基盤となる IT の研究開発を重点的に推進する。

さらに、総合科学技術会議においては、平成17年6月16日の「平成18年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針」において重点化すべき研究開発分野として、以下のとおり明記されているところである。

【抜粋】

2. 科学技術の戦略的重点化

(2) 政策課題に対応した研究開発の重点化

1) 重点4分野及びその他の分野の着実な推進

① 重点4分野

(b) 情報通信

○ 情報通信技術は安全・安心で快適な個人生活や社会・経済活動に不可欠な基盤的役割を果たしており、継続的な技術革新が重要。情報通信分野の研究開発領域の中で我が国のイニシアチブを得ることが期待できる領域を国家戦略として推進し、その成果を世界標準に積極的に反映。特に以下の領域を重点的に推進。

・ ネットワークがすみずみまで行き渡り、便利で安全・快適に暮らせるユビキタスネット社会の実現に向けて、ネットワーク基幹技術、コアデバイス技術、ITシステムの利便性、信頼性、安全性に資する技術等の研究開発及び実証の推進。

なお、衆議院総務委員会及び参議院総務委員会において、「電波の^{ひっばく}逼迫状況を解消するため、電波の再配分のみでなく、未利用周波数帯の開拓等の技術開発を含め、電波の有効利用に引き続き取り組むこと。」(衆議院・総務委員会(平成16年4月13日))、「電波の^{ひっばく}逼迫状況を解消するため、未利用周波数帯の利用技術や共同利用システム等の研究開発を含め、電波の有効利用に一層取り組むこと。」(参議院・総務委員会(平成16年5月11日))との国会附帯決議が行われている。

こうした各種の政府方針に鑑み、本研究開発を早期に着手し推進する必要がある。

3. 目標

衛星通信を利用した全国規模のセンサ情報ネットワークシステム構築のため、アクセス制御を効率化することにより周波数利用効率を従来比5~10倍とするとともに地球局の送信周波数の安定度を従来比10倍以上としチャンネル間隔を圧縮することにより、従来比50~100倍の周波数有効利用が可能となる技術の研究開発を行う。

4. 研究開発内容

①概要

想定するシステムは、気象・災害状況等を観測し情報を収集する地球局(以下、「観測局」という)及び各観測局からの通信信号を一括して受信し集約する基幹的な地球局(以下、「データ集信局」という)が衛星中継器を介して接続するものである。

また、観測局及びデータ集信局は全国規模に配備されるセンサ情報ネットワークの管理制

御、収集した環境情報を実用的な情報として提供する機能を有し、環境情報の配信や異常検出時の通報といったサービスを想定する。

以上のことを踏まえ、今回開発するシステムとして、次のものを想定する。

- ・使用周波数帯：Sバンド（2.5/2.6GHz）
- ・システム帯域幅：数MHz
- ・データ集信局数：数局
- ・観測局数：数万局
- ・センサ：気象情報、測地情報、土砂災害情報、環境情報などを、観測データの性質に応じた周期で定期的に出す（情報速度は1kbps～1Mbps程度）

その上で、次の3つの技術について研究開発を実施する。

ア) 超多元高効率アクセス制御技術

観測局からの通信要求に対し周波数、時間（以下、「リソース」という。）の割当てを最適に行うことにより通信トラフィックの変動にも柔軟に対応でき、かつ限られた周波数帯域を効率的に利用するための技術。

イ) 超高精度信号生成技術

観測局の送信周波数の安定度を向上させることにより通信チャンネルの稠密配置を可能とする技術。

ウ) 超高精度信号分離技術

データ集信局において、稠密に配置された多数の異速度信号を個々の信号に分離・復調するために必要な狭帯域・高精度フィルタを実現する技術。

②技術課題及び到達目標

ア) 超多元高効率アクセス制御技術

（技術課題）

観測局は、様々な用途で広域に配置され数万局以上の規模になると予想される。これら情報速度、周期、データ量などが異なる観測局からの多種多様なデータを、円滑に収集するためには、データ送信のためのリソースを最適に各観測局に割り当てる必要がある。

しかし、各観測局に割り当てる周波数の組合せは膨大な数となり、効率的なリソースの割当ては困難である。このため、観測局のデータ収集条件の変更、観測局の追加・削減等にも柔軟に対応するためのアクセス制御技術が必要である。

（到達目標）

リソース割当ての最適化を実現するアクセス制御技術の実現により、従来のランダムアクセス等に対して周波数利用効率として5～10倍を目標とする。

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 18 年度

基本要素技術の検証・確立を目指す。

- (1) 観測局からのデータの収集条件について調査し、数万局規模の観測局に対してリソースを最適に割当てるためのアルゴリズムを明らかにする。
- (2) データ収集条件と最適化アルゴリズムの効果をシミュレーションによって明らかにし、その適用性を検証し技術確立する。

・平成 19 年度

最適リソース割当てを実現する「アクセス制御装置」の構成を明確にし、技術検証のための装置を開発する。

- (1) 前年度に検討した最適化アルゴリズムの評価結果に基づき、本アルゴリズム及びアクセス制御装置の機能として必須である回線制御シーケンスを検討し、それらを組み入れたアクセス制御装置の構成を明らかにする。
- (2) 技術検証のためのアクセス制御検証装置を開発し、周波数利用効率が従来比 5～10 倍が得られることを確認する。

・平成 20 年度

H19 年度の成果を用いて実証実験に供する「アクセス制御装置」を構築するとともに実証実験に向けた結合試験を行う。

- (1) 前年度の上記アクセス制御検証装置に対して実験システム構築上必要な機能の実装により、アクセス制御装置として構築する。
- (2) 課題イ) の成果である観測局と課題ウ) の成果であるデータ集信局を組み合わせた結合試験を行い、実証実験に供するために必要な改修、改良を行う。

・平成 21 年度

技術試験衛星Ⅷ型（以下、「ETS-Ⅷ」という。）等を用い、データ集信局を設置するとともに広域に複数の観測局を分散配置させた構成でフィールド実験を行い、評価する。

- (1) 実際の収集条件を入力したアクセス制御装置、課題イ) の成果である観測局と課題ウ) の成果であるデータ集信局と実衛星を用いて実証実験システムとして構築し、システムの周波数利用効率として従来比 50～100 倍が得られることを実証する。
- (2) 広域に分散配置した観測局からのデータを、実衛星を介して収集するとともに実験ユーザへ収集データの配信を行うことにより、システムとしての技術的側面からの性能評価、ユーザ側からの利用性、運用性など有効性に関する評価を行う。

イ) 超高精度信号生成技術

(技術課題)

従来は各観測局の送信周波数の変動により各チャンネルの稠密配置^{ちゅうみつ}が困難（ARIB STD-T49「Sバンドを用いる国内移動衛星通信システム標準規格」では10kHz以上のチャンネル間隔が必要）であり、結果として周波数利用効率の向上に限界があった。本課題解決の一方法として、周波数安定度を高めるためにルビジウム等の高安定な発振器を用いる方法が考えられるが、ユーザが多数設置する観測局に対してこの手法を適用することは経済的負担が大きく、衛星利用促進の制約となる。このため、従来と同等な装置コストで高い周波数安定度を実現してチャンネルの稠密配置^{ちゅうみつ}可能とし、結果として周波数を効果的に利用できる技術が必要である。

（到達目標）

周波数安定度の向上により、チャンネル配置間隔として1kHz以下の稠密配置^{ちゅうみつ}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18年度

基本要素技術の検証・確立を目指す。

- (1) 従来と同等のデバイスで 10^{-8} ~ 10^{-9} の周波数安定度を実現する超高安定周波数同期回路の構成を明らかにするとともに回路試作を行い、その評価、検証により要素技術として確立する。
- (2) 周波数の有効利用、観測局の小型化、低消費電力を可能にする超狭帯域チャンネルを実現するフィルタを構成し、1kHz以下のチャンネル帯域の送信を可能とする狭帯域信号生成回路を試作し、その評価、検証により要素技術として確立する。

・平成19年度

通信チャンネルの稠密配置^{ちゅうみつ}、狭帯域な通信チャンネルを実現する送信装置としての構成を明確にし、技術検証のための装置を開発する。

- (1) 前年度明らかにした上記回路に加えて、変復調回路、高周波回路等を実装した送信装置としての構成を明らかにする。
- (2) 前記送信装置の試作を行い、単体特性として評価し、1kHz以下のチャンネル帯域の信号が 10^{-8} ~ 10^{-9} の周波数安定度を実現していることを検証する。

・平成20年度

H19年度の成果を用いて、実証実験に供する観測局として装置化を行い、実証実験に向けた結合試験を行う。

- (1) 前年度に試作した送信装置に対してセンサ系のインターフェースなど、衛星を介した通信実験に必要な要素を実装し、観測局として構成する。
- (2) 課題ア)の成果であるアクセス制御装置、課題ウ)の成果であるデータ集信局を組み合わせた結合試験を行い、実証実験に供するために必要な改修、改良を

行う。

・平成 21 年度

ETS-VIII等を用い、データ集信局を設置するとともに広域に複数の観測局を分散配置させた構成でフィールド実験を行い、評価する。

- (1) 観測局及びセンサを実際の観測、監視場所に設置、設定するとともに課題ア)の成果であるアクセス制御装置、課題ウ)の成果であるデータ集信局及び実衛星を用いて実証実験システムとして構築する。
- (2) 観測局としての実フィールド環境下での長期安定性等を含めた特性を評価するとともにユーザ側からの観測局に対するユーザビリティに関する評価を得る。

ウ) 超高精度信号分離技術

(技術課題)

現在、数百にもなるチャンネルが混在する信号を一括で受信する場合、これらの信号からそれぞれのチャンネルを個別に分離するためには、送信するチャンネルの配置及び帯域幅について、制約条件があり、任意のチャンネル間隔、チャンネル配置の分離が不可能である。そのため、分離不能な帯域は使用することができず、割り当てられた周波数帯域の有効利用を妨げている。また、数百にもなるチャンネルを同時受信する場合には、チャンネル数に等しい狭帯域フィルタが必要であり、これは装置規模の大幅な増大となる。したがって、目標とする技術は、任意のチャンネル間隔・帯域幅で稠密に配置した複数チャンネルの分離を、簡易な装置で実現する。

(到達目標)

多様な帯域幅（少なくとも 1kHz～1MHz）のチャンネルが混在する数百チャンネルの信号に対して、分離分解能 1kHz 以下で分離可能な装置を数チャンネル相当の装置規模で実現する。

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 18 年度

基本要素技術の検証・確立を目指す。

- (1) 任意のチャンネル間隔・帯域幅で稠密に配置した複数チャンネルの分離技術について、新たな信号処理方式を詳細検討し、予測性能を定量化する。具体的には設定分解能、設定自由度、入力ダイナミックレンジ等の要求条件をパラメータとして一次設計を実施し、回路規模、処理遅延、消費電力等を明確化する。
- (2) 上記の一次設計に従って試作を実施し、少なくとも 1kHz～100kHz 程度の帯域幅の数十チャンネルの信号が分離できることを検証する。

・平成 19 年度

帯域幅、周波数やチャンネル数等の設定自由度を拡大した信号分離部と、チャンネル

毎の変調方式、誤り訂正符号化方式等の信号パラメータも高い自由度で制御可能なバースト復調部を一体化した受信装置の実現を目指す。

- (1) 多岐の制御項目を効率よく設定可能な制御インターフェース、入出力インターフェース及び全体の装置構成について、最適な実装方法を検討する。
- (2) 上記検討に基づき、少なくとも 1kHz~1MHz 程度の帯域幅の数百チャンネルを同時に処理可能な受信装置を試作し、個別機能を確認する。

・平成 20 年度

H19 年度の成果を用いて実証実験に供する「データ集信局」として装置化を行い、実証実験に向けた結合試験を行う。

- (1) 前年度試作した受信装置に対してアンテナを含む高周波回路部など衛星を介した通信実験に必要な要素を実装し、データ集信局として構成する。
- (2) 課題ア) の成果であるアクセス制御装置、課題イ) の成果である観測局を組み合わせた結合試験を行い、実証実験に供するために必要な改修、改良を行う。

・平成 21 年度

ETS-VIII等を用い、データ集信局を設置すると共に広域に複数の観測局を分散配置させた構成でフィールド実験を行い、評価する。

- (1) 課題ア) の成果であるアクセス制御装置、課題イ) の成果である観測局と実衛星による基本構成に加え、受信データを格納するデータベース、ユーザへの受信データの配信機能を具備した実証実験システムとして構築し、屋外に設置した各観測局からのデータを 1 台の受信装置で同時に受信、処理できることを確認する。
- (2) データ集信局としての実フィールド環境下での長期安定性等を含めた特性を評価するとともにユーザ側からのユーザビリティに対する評価を行う。

5. 実施期間

平成 18 年度から平成 21 年度まで（4 カ年計画）

6. その他

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も提案書[5 a]（実施体制説明書）の「3 研究開発体制図」や「6 共同研究契約等について」の中へできるだけ具体的に記載すること。

その他、応募者は、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とも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すること。

＜基本計画書＞

高マイクロ波帯への周波数移行の促進に向けた基盤技術の
高度化のための研究開発
(高マイクロ波帯用アンテナ技術の高度化技術の研究開発)

1. 目的

総務省は平成 15 年 10 月 10 日、情報通信審議会の答申である「電波政策ビジョン」（平成 15 年 7 月 30 日）を受け、今後の電波の再配分を迅速かつ円滑に推進するため、「周波数の再編方針」の公表を行なった。本方針では、平成 20 年までに移動通信システムに約 330～340MHz 幅、無線 LAN に最大で約 480MHz 幅の周波数を確保することが必要とされている。また、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。

そのため、大幅な周波数帯域幅を新たに確保しなければならないが、その手段の一つとして、周波数が逼迫している 6GHz 以下の周波数で使用されている既存システムの一部を、高マイクロ波帯（「6～30GHz」をいう。以下同じ。）へ周波数移行することが求められてきている。

アンテナの低廉化を意識しつつ、高マイクロ波帯を利用した移動体通信を対象に、アンテナの省スペース化・省電力化といった、周波数再編への対応の柔軟化等の課題を解決する上での基盤となる技術の研究開発を行う。それにより、高マイクロ波帯で容易に移動体通信システムを運用することができる環境を整える。

2. 政策的位置付け

上述の「周波数の再編方針」を踏まえ、必要な周波数を迅速かつ円滑に確保することとなっている。

また、「平成 18 年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針」（総合科学技術会議）において重点化すべき研究開発分野として、以下のとおり明記されているところである。

【抜粋】

- ・ p. 9 情報通信技術は安全・安心で快適な個人生活や社会・経済活動に不可欠な基盤的役割を果たしており、継続的な技術革新が重要。情報通信分野の研究開発領域の中で我が国のイニシアチブを得ることが期待できる領域を国家戦略として推進し、その成果を世界標準に積極的に反映。特に以下の領域を重点的に推進。
 - ・ ネットワークがすみずみまで行き渡り、便利で安全・快適に暮らせるユビキ

タスネット社会の実現に向けて、ネットワーク基幹技術、コアデバイス技術、ITシステムの利便性、信頼性、安全性に資する技術等の研究開発及び実証の推進。

・ p. 32 (i) ユビキタスネット社会への技術

モバイル等による高信頼な超高速の次世代ネットワークシステムを実現
さらに以下のとおり衆議院、参議院の総務委員会において、電波の逼迫状況を解消するため、未利用周波数帯の研究開発に取り組む旨の国会附帯決議がなされている。

・ 衆議院・総務委員会（平成 16 年 4 月 13 日）

「電波の逼迫状況を解消するため、電波の再配分のみでなく、未利用周波数帯の開拓等の技術開発を含め、電波の有効利用に引き続き取り組むこと。」

・ 参議院・総務委員会（平成 16 年 5 月 11 日）

「電波の逼迫状況を解消するため、未利用周波数帯の利用技術や共同利用システム等の研究開発を含め、電波の有効利用に一層取り組むこと。」

3. 目標

固定マイクロ通信システムや無線アクセスシステム等周波数が逼迫している 6GHz 以下の周波数で使用されている既存システムの高マイクロ波帯への周波数移行を促進するために、アンテナの低廉化を意識しつつ、高マイクロ波帯を利用した移動体通信を対象に、アンテナの省スペース化・省電力化といった、周波数再編への対応の柔軟化等の課題を解決する上での基盤となる技術の研究開発を行う。それにより、高マイクロ波帯で容易に移動体通信システムを運用することができる環境を整える。

4. 研究開発内容

① 概要

固定マイクロ通信システムや無線アクセスシステム等周波数が逼迫している 6GHz 以下の周波数で使用されている既存システムを高マイクロ波帯に移行する際の、あるいは、それらのシステムの高マイクロ波帯への導入を促進する際の課題を解決する上での基盤となる以下の技術について、研究開発を行う。

② 技術課題および到達目標

ア) 高マイクロ波帯用アンテナの高度化技術 (技術課題)

現在、移動体通信にあまり利用されていない、高マイクロ波帯を移動体通信として利用するためにボトルネックとなっている課題としては、高速で移動する航空機、船舶、列車、車等に容易に積載し通信を行うことが可能な省スペースで、かつ、可能な限り省電力のアンテナの開発がある。高速で移動する移動体通信用のアンテナ

で、省スペースを実現するためには、アクティブフェーズドアレーアンテナ (APAA) が適していることから、省スペースかつ省電力な APAA 開発のために以下のキー要素技術の研究開発を実施する。

- ・省スペースを実現するための送受信共用 APAA 用アンテナ技術
- ・低損失化を図り、省スペース、省電力を実現するため、RF-MEMS (Radio Frequency - Micro Electro Mechanical System) 等の技術を応用したマイクロ波デバイスの開発
- ・省スペースを実現するための高密度 RF 実装技術

(到達目標)

体積比として現状の約 50% を目標とした省スペース化、かつ現状は送・受信個別のアンテナで対応 (比帯域: 送受各 5%) を送受共用の一体型 APAA の開発を目指すにあたってのキー要素技術を確立する。

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 18 年度)

- (1) 省スペースを実現するための送受信共用 APAA 用アンテナ技術
 - ・送受信共用 APAA 用アンテナの試作設計・評価及び設計法の確立
- (2) 低損失 RF-MEMS デバイスの開発
 - ・現状の FET 移相器 (通過損失 6dB@14GHz, 5bit) の低損失化を目指して、RF-MEMS 技術を応用した MEMS スイッチ簡易駆動技術の基本設計、試作評価 (通過損失 1dB@14GHz, 1bit)
 - ・集積化 Ku 帯 MEMS 移相器の開発 (5 ビット移相器) の試作設計・評価
- (3) 高密度 RF 実装技術
 - ・送受信回路内蔵 (HPA、LNA、移相器、偏波制御回路、分波器) モジュールの回路構成検討及び回路間干渉抑圧シミュレーション
 - ・送受共用モジュールの実現 (小形低損失送受分波器、LTCC パッケージの試作評価)

(平成 19 年度)

- (1) 省スペースを実現するための送受信共用 APAA 用アンテナ技術
 - ・送受信共用 APAA 用アンテナの試作・評価
- (2) 低損失 RF-MEMS デバイスの開発
 - ・集積化 MEMS 移相器 (通過損失 3dB@14GHz, 5bit) の改良設計・評価、信頼性評価
- (3) 高密度 RF 実装技術
 - ・送受共用モジュールの実現: 送受信回路内蔵 (HPA、LNA、移相器、小形低損失送受分波器) モジュールの設計・試作評価

(平成 20 年度)

(1) 送受共用 16 素子 APAA 対応低損失給電回路, 制御回路の試作設計・評価
(平成 21 年度)

(1) 省スペース、省電力送受共用 16 素子 APAA の設計・製作・評価

5. 実施期間

平成 18 年度から 21 年度までの 4 年間

6. その他

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も提案書[5 a] (実施体制説明書) の「3 研究開発体制図」や「6 共同研究契約等について」の中へできるだけ具体的に記載すること。

その他、応募者は、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すること。

＜基本計画書＞

ミリ波帯高精細映像伝送技術の研究開発

1. 目的

我が国では、2003年12月から地上デジタル放送が開始されており、放送事業の現場をはじめ今後ますます放送番組素材としての高精細映像の需要が増加することが予想される。高精細映像伝送のためには大容量データ伝送システムが必要となるため、現在は利用が進んでいないものの、広い帯域が利用可能、かつ大気による減衰が比較的少ないと言われている100-140GHz帯ミリ波を利用するための基盤技術の開発を進めるとともに、この技術を利用した高精細映像伝送技術の研究開発を行ない、未利用周波数帯の効果的な利用促進に資する。

2. 政策的位置づけ

以下のとおり「IT政策パッケージ-2005—世界最先端のIT国家の実現に向けて—」（平成17年2月24日、IT戦略本部決定）において、世界最先端の地位を維持するためには、さらなる先端的研究開発への取り組みを強化する必要があるとされている。

【抜粋】

・P16 先端的研究開発の取り組みにより、新たな市場の創出、生活の質的向上、環境負荷の低減等を目指すとともに、我が国は、IT研究の世界の中心の一つとして世界最高レベルの研究者、エンジニアが活躍する場を提供していくことが重要である。

このため、モバイル、無線、光、デバイス、ソフトウェアエンジニアリング、電子タグ、セキュリティ等のITを支える基盤的技術やIT応用分野でのたゆまぬ研究開発を進めるとともに、日本発の標準化を推進することなどにより、グローバルなIT社会構築に積極的に貢献する。

また「科学技術に関する基本政策に対する答申」（平成17年12月27日、総合科学技術会議）において、特に重点的に研究開発を推進すべき分野として、以下のとおり明記されているところである。

【抜粋】

・p.12 第2期基本計画において、国家的・社会的課題に対応した研究開発の中で特に重点を置き、優先的に資源を配分することとされたライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテクノロジー・材料の4分野については、次のような観点から、引き続き基本計画においても、特に重点的に研究開発を推進すべき分野（「重点推進4分野」という。）とし、次項以下の分野内の重点化の考え方に基きつつ優先的に資源配分を行う。

- ① 3つの基本理念への寄与度（科学技術面、経済面、社会面）が総合的に見て大きい分野であること。
- ② 国民の意識調査から見て期待や関心の高い分野であること。
- ③ 各国の科学技術戦略の趨勢を踏まえたものであること。

④ 戦略の継続性、研究現場への定着等実際的な観点からも適切であること。

さらに、以下のとおり衆参の総務委員会において、電波の逼迫状況を解消するため、未利用周波数帯の研究開発に取り組むべき旨の国会附帯決議がなされている。

・衆議院・総務委員会(平成16年4月13日)

「電波の逼迫状況を解消するため、電波の再配分のみでなく、未利用周波数帯の開拓等の技術開発を含め、電波の有効利用に引き続き取り組むこと。」

・参議院・総務委員会(平成16年5月11日)

「電波の逼迫状況を解消するため、未利用周波数帯の利用技術や共同利用システム等の研究開発を含め、電波の有効利用に一層取り組むこと。」

3. 目標

未利用周波数帯へ新たな高精細映像無線伝送システムを導入することによって電波の有効利用を図るため、100-140GHz帯ミリ波の基本伝搬特性の評価技術とともに、100-140GHz帯ミリ波の生成・検出技術、超高速ベースバンド信号処理技術、高精細映像多重伝送技術等の研究開発を行う。

4. 研究開発内容

(1) 概要

ゴルフや野球等のスポーツ中継などの屋外イベント会場、光ファイバの敷設ができない海上や山間僻地、及び災害現場等からの高精細映像素材を数回線多重化し、遅延が無いリアルタイム伝送が可能なミリ波帯による非圧縮高精細映像伝送システムを実現するための基盤技術を確立する。

高精細映像素材を数回線多重化し、遅延が無いリアルタイム伝送を行うには、光ファイバと同等の伝送速度実現に向けた無線通信高速化技術の開発と高信頼化技術が必要である。

また、並行して、高精細映像素材の多重・分配機能、誤り訂正機能を実現する超高速ベースバンド回路技術の研究開発が必要である。

そのために、100-140GHz帯ミリ波を利用する数Gbps以上の伝送速度を有する無線通信技術とシステム高信頼化技術の研究開発を実施し、高精細映像伝送システムを未利用周波数帯へ導入するための基盤技術を確立する。

(2) 技術課題および到達目標

ア 100-140GHz帯ミリ波無線システム構成の基本技術

(技術課題)

現在利用されていない、100-140GHz帯ミリ波無線伝送システムの設計には、同周波数帯における電波の基本的な伝搬特性、すなわち直進性、大気や降雨による減衰等について、評価・定量化することが必要である。伝送システムを実現するには、100-140GHz帯ミリ波

送受信部品(増幅器、低雑音増幅器、検波器等)の開発、100-140GHz 帯アンテナ軸調整機構の開発等に加えて、占有帯域の評価技術や、帯域制限のためのフィルタリング技術等が必要となる。さらに同周波数帯を利用した無線通信距離の延長を実現するために、各種変復調方式の検討と併せた 100-140GHz 帯ミリ波 MMIC およびモジュールの高性能化(パワーアンプの高出力化や受信感度の向上等)技術の開発が必要となる。

そこで、以下の技術の研究開発を実施する。

- (a)100-140GHz 帯ミリ波基本伝搬特性評価技術
- (b)100-140GHz 帯ミリ波送受信部品(増幅器、低雑音増幅器、検波器等)の開発
- (c)100-140GHz 帯アンテナ軸調整機構の開発
- (d)占有帯域の評価技術及び帯域制限のためのフィルタリング技術の開発
- (e)100-140GHz 帯無線通信変復調方式の検討
- (f)100-140GHz 帯ミリ波 MMIC およびモジュールの高性能化(パワーアンプの高出力化や受信感度の向上等)

(到達目標)

100-140GHz 帯ミリ波の基本伝搬特性(直進性、大気や降雨による減衰、ガラスや建材への透過特性等)を評価し、変復調方式の最適化、ミリ波部品の高性能化に取り組み、当該周波数帯に適用可能な帯域制限フィルタ及びアンテナ軸の調整機構を開発し、伝送速度数 Gbps、通信可能距離数 km の無線伝送システムを実現する。

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 18 年度)

- ・100-140GHz 帯ミリ波の基本伝搬特性を評価するための実験系として、InP 系 HEMT MMIC 技術等を利用して、単純な変復調回路及び 10mW 級出力の 100-140GHz 帯ミリ波送受信モジュールを設計、試作する。
- ・上記の送受信モジュールを利用し 100-140GHz 帯無線伝送実験システムを設計、試作する。本試作システムにより、伝送速度数 Gbps、通信可能距離 1km 程度のシステム性能を実現する。
- ・上記システムにて 100-140GHz 帯ミリ波の基本伝搬特性(窓ガラスや建材に対する挿入損失)、大気、降雨や霧等による減衰特性の評価を開始する。
- ・数 Gbps 以上の超高速性、100-140GHz 帯の広帯域動作、通信可能距離数 km を実現する無線システムの構築に向けて、振幅変調、位相変調、周波数変調等の各種の変調方式を検討し、変復調器の具体的構成を明確化する。
- ・100-140GHz 帯無線通信用アンテナ軸の調整機構を開発する。

(平成 19 年度)

- ・無線伝送システムによる 100-140GHz 帯ミリ波基本伝搬特性を定式化し、数 Gbps の超高速性、100-140GHz 帯の広帯域動作、通信可能距離数 km を実現するシステム仕様

(ミリ波部品性能、アンテナ利得等)を明確化する。

- ・上記性能実現に向けた検討として、InP系HEMT MMICにて増幅器回路、低雑音増幅器回路、変調器、復調器回路等の個別要素回路を設計、試作する。
- ・100-140GHz 帯無線通信用アンテナ軸の調整装置を試作し、無線伝送システムにて機能、特性を実証する。
- ・100-140GHz 帯ミリ波に適用可能な帯域制限用フィルタ技術の調査および理論的検討を実施する。

(平成 20 年度)

- ・通信可能距離 3km 程度を実現する 100-140GHz 帯ミリ波送受信部品(MMIC、受動部品をモジュール実装)を設計、試作する。
- ・100-140GHz 帯ミリ波の帯域制限用フィルタを試作し、高精細映像信号1回線伝送可能な通過帯域(1.5GHz 以上)を有して、帯域幅から 1GHz 離調で 30dB 以上の減衰特性を達成する。

(平成 21 年度)

- ・通信可能距離 5km 程度を実現可能とする 100-140GHz 帯 MMIC を試作し、受動部品とを一体化実装したモジュールを試作する。
- ・100-140GHz 帯ミリ波の帯域制限用フィルタを試作し、高精細映像信号数回線程度が伝送可能な通過帯域(6GHz 以上)を有して、帯域幅から 1GHz 離調で 30dB 以上の減衰特性を達成する。
- ・100-140GHz 帯ミリ波 MMIC モジュール、上記試作フィルタを導入した伝送速度数 Gbps 以上の無線システムを構築して、占有帯域、通信可能距離等の実証評価を実施する。

イ 高精細映像多重伝送のためのシステム高性能化技術

(技術課題)

高精細映像伝送システムの実現には、高速ベースバンド回路技術として高精細映像のリアルタイム伝送に適した映像多重方式や誤り訂正機能の信号処理方式の検討や、光ファイバ網とのインタフェースの相互接続性の確立を実現する必要がある。

そこで以下の技術の研究開発を実施する。

- (a)高精細映像データの多重化を実現する高速ベースバンド回路技術の開発
- (b)超高速(数 Gbps)無線回線の高信頼化のための誤り訂正技術の開発
- (c)数回線程度を多重化した高精細映像データのリアルタイム無線伝送を実現するシステム化技術

ム化技術

(到達目標)

100-140GHz 帯ミリ波無線回線をモデル化し、最適な高精細映像データの誤り訂正機能を持つ高速ベースバンド回路技術を開発し、光ファイバ網とのインタフェースの相互接続性に優れた伝送速度数 Gbps で高精細映像を数回線程度が多重可能、ビット誤り率 10^{-12} 程度、システムによる伝送遅延 100ms 以下の高精細映像伝送システム性能を実現する基盤技術

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毎の目標については、以下の例を想定している。

(例)

(平成 18 年度)

- ・高精細映像データの誤り訂正技術検討の基本データとして、100-140GHz 帯無線システムへの誤りビットの発生データを実際の伝送システムにて取得し、モデル化する。

(平成 19 年度)

- ・高精細映像データの多重化方式、映像多重伝送に導入可能な誤り訂正技術について各種方式の調査を行ない、原理試作等の検討により、システム設計に最適な多重化方式、誤り訂正方式を明確化し、これら機能を実現する高精細映像信号処理回路の一次検討を実施する。

(平成 20 年度)

- ・システム遅延 100ms 程度以下、ビット誤り率 10^{-12} 程度を実現し、映像品質劣化のない誤り訂正機能を持つ高精細映像信号処理回路を設計、試作する。
- ・上記誤り訂正装置を高精細映像1回線に適用し、機能、特性を評価する。

(平成 21 年度)

- ・10GbE 等の光ファイバネットワークとのインタフェースを一体化した、システム遅延 100ms 以下、ビット誤り率 10^{-12} 以下の誤り訂正機能を持つ高精細映像信号処理回路を試作し、高精細映像数回線程度の多重無線伝送において設計性能を実証する。

5. 実施期間

平成18年度から21年度までの4年間

6. その他

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も提案書[5a](実施体制説明書)の「3 研究開発体制図」や「6 共同研究契約等について」の中へできるだけ具体的に記載すること。

その他、応募者は、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り組みも実施すること。

＜基本計画書＞

800MHz帯映像素材中継用移動通信システムの高度化のための研究開発
(高能率符号化技術及び高効率無線伝送技術)

1. 目的

マラソン等のスポーツ中継や緊急災害等の報道中継などに利用されている800MHz帯映像素材中継用移動通信システム(以下、800MHz帯FPUと言う。)は、UHF帯の周波数を用いることで移動しながら中継することを可能とし、多様化する番組制作に必要な不可欠なものとなっている。特に近年では、放送のデジタル化により高精細映像素材を中継する機会が増えている。

現状では高精細映像素材の伝送に標準テレビジョン映像用の帯域を2チャンネル使用しているが、それでも高精細映像として十分なビットレートが確保できず、ビットレートの確保には更にチャンネル数が2倍必要となるなど、周波数の逼迫状況が生じている。

そのため、高精細映像の高能率符号化技術や移動性に優れ高効率な無線伝送技術の研究開発を行い、800MHz帯における高精細映像素材伝送のための800MHz帯FPUの高度化を図ることにより、より多くの無線局に電波の割当を可能とすることで電波の有効利用に資する。

2. 政策的位置づけ

「e-Japan 重点計画-2004」(平成16年6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】

・p.26③時間的・空間的に周波数の有効利用を可能とする技術の開発(総務省)

周囲の電波利用状況や利用するアプリケーションの要求条件を的確に判断し、周波数帯域幅、変調方式、多重化方式等を柔軟に選択して、最適な通信環境を確立することのできる無線通信システムについて2011年までに実用化を図る。

また以下のとおり「IT 政策パッケージ-2005— 世界最先端のIT 国家の実現に向けて —」(平成17年2月24日、IT 戦略本部決定)において、世界最先端の地位を維持するためには、さらなる先端的な研究開発への取り組みを強化する必要があるとされている。

【抜粋】

・P16 先端的な研究開発の取り組みにより、新たな市場の創出、生活の質的向上、環境負荷の低減等を目指すとともに、我が国は、IT研究の世界の中心の一つとして世界最高レベルの研究者、エンジニアが活躍する場を提供していくことが重要である。

このため、モバイル、無線、光、デバイス、ソフトウェアエンジニアリング、電子タグ、セキュリティ等のITを支える基盤的技術やIT応用分野でのたゆまぬ研究開発を進めるとともに、日本発の標準化を推進することなどにより、グローバルなIT社会構築に積極的に貢献

する。

さらに「科学技術に関する基本政策に対する答申」(平成17年12月27日、総合科学技術会議)において、特に重点的に研究開発を推進すべき分野として、以下のとおり明記されているところである。

【抜粋】

・p.12 第2期基本計画において、国家的・社会的課題に対応した研究開発の中で特に重点を置き、優先的に資源を配分することとされたライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテクノロジー・材料の4分野については、次のような観点から、引き続き基本計画においても、特に重点的に研究開発を推進すべき分野(「重点推進4分野」という。)とし、次項以下の分野内の重点化の考え方に基づきつつ優先的に資源配分を行う。

- ① 3つの基本理念への寄与度(科学技術面、経済面、社会面)が総合的に見て大きい分野であること。
- ② 国民の意識調査から見て期待や関心の高い分野であること。
- ③ 各国の科学技術戦略の趨勢を踏まえたものであること。
- ④ 戦略の継続性、研究現場への定着等実際的な観点からも適切であること。

3. 目標

限られた周波数帯域を有効利用するため、高精細映像素材の高画質・高能率な画像符号化技術、及び移動性に優れた高信頼・高効率な無線伝送技術を研究開発し、800MHz帯映像用FPUの高度化を図る。

4. 研究開発内容

(1) 概要

周波数が逼迫しているUHF帯において移動中継で利用している周波数帯の一層の有効利用を図るため、現在、標準画質で伝送されている映像素材の高精細伝送を実現するAVC/H.264を用いた高能率画像符号化技術、周波数帯域当たりの伝送容量の増加を可能とするMIMO技術と移動体向け伝送に適したOFDM伝送技術を用いた高信頼・高効率な無線伝送技術の研究開発を行う。

これら画像符号化技術と無線伝送技術を組み合わせた800MHz帯高精細映像素材中継用移動通信システムを構築し、その有効性を実証することにより、高精細映像素材として使用可能な画質を従来よりも低いビットレートで達成するとともに、周波数帯域当たりの伝送容量の増加を実現し、周波数有効利用を図る。

(2) 技術課題および到達目標

ア. 高精細映像素材伝送用画像符号化技術

(技術課題)

現在、800MHz 帯FPUはマラソン等の移動中継に利用されているが、高精細映像素材伝送に十分なビットレートが確保できていないために、放送用として満足できる画質が確保できているとは言い難い。周波数を有効利用し、高精細映像素材の品質を保った映像素材中継用移動通信システムを 800MHz 帯で実現するためには、高度な画像符号化技術が重要である。

現在の高精細映像素材伝送の画像符号化には MPEG-2 が使用されているが、高精細映像の素材伝送に対する品質の要求条件は、ITU-R 勧告 BT.1121-1 によると、3 回の符号化・復号化の繰り返しで劣化が検知されないことなどの条件が規定されており、さらに社団法人電波産業会での評価の結果、MPEG-2 符号化による高精細映像の伝送には 52Mbps が必要であるとされている。

しかしながら、800MHz 帯 FPU では、固定して運用されるマイクロ波帯と同じ 18MHz 帯域幅で高精細映像を伝送しているものの、実際上は移動用という運用上の制約から 22Mbps 程度の伝送速度しか得られず、品質が不十分な素材を伝送せざるを得ない状況にある。

映像符号化に関する進歩はめざましく、2003 年に規格化された AVC/H.264 は、MPEG-2 に比べて符号化効率の向上が可能とされている。特に映像素材伝送は従属接続や編集を前提としているため画質に対する要求が高く、要求条件を満たす高精細映像用 AVC/H.264 符号化装置は存在していない。実用化されれば周波数の有効利用のみならず民生機器を含め幅広い産業分野への応用が期待できる。また、移動体向け素材伝送用符号化装置としては、遅延量、画質以外に、低消費電力、小型化も重要な課題である。

そこで、以下の技術の研究開発を実施する。

- (a) 素材伝送および伝送後の編集に耐えうる高品質な画質を有し、MPEG-2 よりも高い符号化効率を有する高精細映像符号化装置の開発。
- (b) FPU の一部として可搬かつバッテリーにより2時間程度運用可能な小型デジタル回路の開発。

(到達目標)

本研究では 800MHz 帯 FPU を足がかりに最新の符号化方式である高精細映像用 AVC/H.264 符号化装置を開発する。素材伝送用途に AVC/H.264 を導入することで、高精細映像素材として使用可能な画質を 36Mbps 以下 (MPEG-2 による符号化の場合の 7 割程度) のビットレートで達成することを目標とする。

なお、遅延時間は可能な限り小さいことが望ましく、現状と同等の 700ms 程度で抑え

るものとする。

また、設計・試作するデジタル回路においては、可搬かつバッテリーにより2時間程度運用可能なFPUを前提として設計し、その製造が可能である見通しを得るものとする。

なお、前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18年度)

- ・ ビットレートと画質の関係を理論的かつ定量的に検討するために高精細映像用 AVC/H.264 シミュレーションプログラムを開発する。
- ・ 実際に放送に用いられた素材映像を用いて画質劣化の原因を究明する。
- ・ AVC/H.264 は MPEG-2 と異なる画質劣化が発生する。放送では MPEG-2 が用いられるので、素材伝送に AVC/H.264 を使用した場合の従属接続実験を実施し、改善方法を考案する。

(平成19年度)

- ・ シミュレーションプログラムによる実験を実施し、平成18年度で確認した劣化の改善手法を検討する。
- ・ AVC/H.264 は処理の複雑さから、MPEG-2 よりも遅延量が大きくなる。一方、番組の中継では、低遅延が要求されることから、遅延量を可能な限り小さくする技術を確立する。遅延時間は、符号化と伝送の合計値として、現状の700ms程度以下を目標とする。(シミュレーション)
- ・ シミュレーション結果を基に AVC/H.264 エンコーダの処理用ツールの取捨選択を行う。
- ・ コア部分となる AVC/H.264 のハードウェアの回路設計を行う。シミュレーション等により、到達目標を満たすビットレートおよび消費電力を得る。なお、回路設計においては、可搬かつバッテリーにより2時間程度運用可能とすること及び将来他の産業への応用を視野に入れて LSI 化を考慮するものとする。

(平成20年度)

- ・ AVC/H.264 のハードウェアの試作を行う。シミュレーション結果と同等の画質が得られる事を確認する。
- ・ 必要に応じて試作ハードウェアで放送番組素材を用いた評価実験を行い、ビットレートと画質の定量的な関係を導く

- ・ FPU として完成するために、伝送路符号化、インターリーブ等の回路設計および試作も同時に行う。

・

(平成21年度)

- ・ イの研究開発成果(伝送部)と結合し、高精細映像素材として使用可能な画質を36Mbps 以下(MPEG-2 による符号化の場合の7割程度)のビットレートで達成し、FPUとして完成させる。
- ・ 実利用環境下での画質、伝送速度、機器の可搬性及びバッテリーによる運用可能時間等を検証するためにフィールド実験を行う。

イ 帯域利用効率に優れる MIMO-OFDM 技術

(技術課題)

移動通信業務等に割り当てられている UHF 帯や低マイクロ波帯において逼迫している周波数を有効に活用するためには、周波数利用効率のよい変調方式や誤り訂正方式などを開発し、伝送路符号化方式をさらに高効率化していく必要がある。

現在、マラソンや駅伝などの移動しながらの素材伝送中継においては映像が途切れずに伝送可能な OFDM デジタル変調方式が、また、同じ理由から、誤り訂正方式には畳み込み符号とリードソロモン符号の接続符号が用いられている。一般的に伝送効率のよい多値変調方式や誤り訂正方式は伝送路誤りに対する耐性が低く、このため 800MHz 帯 FPU では高効率伝送に適した方式は採用されてこなかった。そこで本研究開発では、多数の送受信アンテナを用いて空間的な多重を行う MIMO 技術を採用し、電波の回折や反射を積極的に利用することで伝送効率を向上させるとともに、回線が途切れない伝送を実現する。

また、送信側において指向性アンテナを利用して有効な伝搬パスに電力を振り向ける技術、受信側において到来する電波の方向を推定して反射波を有効に活用するアダプティブアレーアンテナ技術、及び電波の遮蔽によって生じるバースト誤りに耐性がありかつ効率のよい誤り訂正方式の開発も重要な課題である。

そこで、以下の技術の研究開発を実施する。

- (a) 伝送容量を拡大しつつ途切れない伝送を実現する MIMO-OFDM 技術の研究開発
- (b) 適応電力制御技術および到来方向推定を用いた効率的な伝送を実現するアダプティブアレーアンテナ技術の研究開発
- (c) バースト誤りに耐性があり、かつ効率のよい誤り訂正方式の研究開発

(到達目標)

空間多重を活用した MIMO-OFDM 技術、適応電力制御技術やアダプティブアレーア

ンテナ技術、高効率な誤り訂正技術を組み合わせることにより、従来の OFDM 伝送方式に比べて低遅延、高信頼性を確保しつつ、伝送容量として、現状における回線全体のビットレート 32Mbps を 2.5 倍の 80Mbps 程度に増大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毎の目標については、以下の例を想定している。

(例)

(平成 18 年度)

- ・ 800MHz 帯における電波伝搬特性を調査し、建物などの影響による電波の回折や反射の程度を定量的に把握し、MIMO 技術を用いる場合の最大伝送容量を見積もる。
- ・ 伝送容量を拡大できる MIMO 技術とマルチパス妨害に耐性のある OFDM 技術とを組み合わせ、移動中継に適した MIMO-OFDM 技術について検討する。
- ・ MIMO-OFDM 方式に時空間符号化方式とを組み合わせ、伝送路誤り耐性を強化した符号化方式の設計を行い、シミュレーションにより伝送路特性を評価する。
- ・ 上記の伝送路符号化方式のハードウェア設計を行い、伝送機器を試作する。伝送機器の大きさや消費電力は現行システムと同等以下を想定する。
- ・ 送信アンテナの指向性を制御して有効な伝搬パスに電力を振り向ける適応電力制御技術、マルチパスが存在する複雑な電波伝搬環境でも電波の到来する方向を的確に推定できる到来方向推定技術、推定した方向にビームを制御して効率よく伝送を行うアダプティブアレーアンテナ技術に関する理論検討を実施する。
- ・ MIMO-OFDM 伝送方式と組み合わせが可能で、畳み込み符号とリードソロモン符号による接続符号より効率がよく、かつバースト誤りに強い時空間符号化方式の理論検討を実施する。

(平成 19 年度)

- ・ 適応電力制御技術、到来方向推定技術、アダプティブアレーアンテナ技術のコア部分のハードウェア設計を行い、必要な回路規模を見積もる。
- ・ 送信アンテナの指向性を制御する適応電力制御機能を備える送信アンテナ、マルチパスが存在する複雑な電波伝搬環境でも的確に電波の到来方向を推定し、推定した方向にビームを制御するアダプティブアレー受信アンテナのハードウェア設計および試作を行う。

(平成 20 年度)

- ・ アダプティブアレーアンテナ技術により、受信電力の増加と耐干渉性能が改善され、16QAM や 32QAM などの多値変調が可能なることを確認する。

- ・ MIMO-OFDM 伝送装置とアダプティブアンテナを組み合わせ、室内実験およびフィールド実験を行い、伝送特性を定量的に評価する。

(平成 21 年度)

- ・ 画像符号化部と組み合わせて 80Mbps 程度の伝送容量を有する実利用型移動中継システムを構築し、実際のマラソン中継を模擬した伝送実験を行う。
- ・ 前年度の伝送実験により得られた結果を、MIMO-OFDM 伝送装置およびアダプティブアンテナ装置にフィードバックして特性改善を図る。

ウ 画像符号化技術と伝送路符号化技術を組み合わせた高能率中継システムの実証
(技術課題)

一般的に高能率画像符号化技術と高効率伝送路符号化技術を組み合わせて伝送した場合、帯域利用効率が優れる反面、伝送路誤りに対する耐性が劣化する。従来、画像符号化と伝送路符号化はそれぞれ独立のものとして最適化がなされてきたが、これらの連携を強化し、伝送路誤りの判定結果を画像復号化に反映することで、より画像が破綻しにくい符号化技術を確立する。これら効率的な符号化・復号化技術を用いた移動中継システムを構築し、実際のマラソン中継コースで有効性を実証する。

そこで、以下の技術の研究開発を実施する。

- (a) 伝送路符号化方式と画像符号化方式を組み合わせた効率的な移動中継システムの構築および実証

(到達目標)

アで述べた AVC/H.264 高能率画像符号化技術とイで述べた高効率伝送路符号化技術を併用することで、素材伝送に要求される低遅延、高画質、高信頼性を十分に確保した上で 1Hz あたりの伝送容量を 2.5 倍に増大させ現状よりも高画質な高精細映像素材を伝送することを目標とする。最終年度には上記の2つの技術を組み合わせて伝送実験を行い、移動中継に適用した場合の有効性を検証する。

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 19 年度)

- ・ 伝送路誤りの情報を画像復号化に反映させて伝送路誤りに起因する画質劣化を最小限に留める技術の基礎検討を行う。

(平成 20 年度)

- ・ 伝送路符号化と画像符号化を一体化した誤り耐性技術のシミュレーション検討を行い、伝送路誤りに対する耐性を復号画像の観点から評価する。また、AVC/H.264 画像符号化装置の設計に反映する。

(平成 21 年度)

- ・ MIMO-OFDM 伝送装置およびアダプティブアレーアンテナ、AVC/H.264 高能率画像符号化装置を組み合わせて移動中継システムを構築し、マラソン中継コース等を用いてフィールド実験を行う。
- ・ 上記実験結果をフィードバックして開発装置の性能改善を図る。さらに、マラソン中継など移動伝送に適した符号化パラメータに最適化し、画質と遅延時間の関係性を評価する。

5. 実施期間

平成 18 年度から 21 年度までの 4 年間

6. その他

提案に当たっては、800MHz 帯映像素材中継用移動通信システムの実用化について、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も提案書[5a](実施体制説明書)の「3 研究開発体制図」や「6 共同研究契約等について」の中へできるだけ具体的に記載すること。

その他、応募者は、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すること。