

## ＜基本計画書＞

HAPS を利用した無線通信システムに係る周波数有効利用技術に関する研究開発

### 1. 目的

HAPS (High-Altitude Platform Station : 高高度プラットフォーム) の事業化に向け、近年、小型～中型の無人機の技術が急速に発展・普及し、また、携帯電話や IoT の技術が大幅に進展してきており、ITU や国際民間航空機関 (ICAO) においても勧告・規格化を目指した検討が始まるなど、HAPS 実現に向けた国際的な動きが加速し、環境整備と技術開発が進み、その普及拡大が見込まれている。

HAPS を利用した固定通信システムとしては、第 5 世代移動通信システム (以下「5G」という。) 等の次世代モバイル通信システムの普及に伴う基地局へのバックホール回線の冗長化要求が増すことや既存携帯電話システムの更なるトラヒックひっ迫が想定されるとともに、昨今の風水害の激甚化に伴い、地上の通信インフラ網の強靱化が喫緊の課題となっている中、土砂崩れや河川の氾濫等により地上のインフラ網が寸断し通信が途絶した場合においても、上空経由にて冗長経路が確保できる高速ブロードバンド通信を用いて広範囲の災害現場の映像や要支援物資等の情報などを災害時の拠点となる国や地方公共団体に速やかに提供できる HAPS は、広域災害時の備えとして有効な手段であり、早急な実現への期待が高まっている。

また、HAPS を利用した移動通信システムとしては、超広域カバーエリア、災害に強いネットワーク及び上空を含む三次元空間エリアへの通信サービスの提供を実現するプラットフォームとしての利用が期待されている。特に、2.7GHz 以下の携帯電話向け地上移動通信システムと同一の周波数帯を利用する上での共用技術を確立することで、既存の端末をそのまま使用可能なシステムを構築し、地上のセル境界におけるスループット向上や災害時の通信手段確保といった、現在の移動通信システムが抱える課題を解決することが求められている。

このため、本研究開発では HAPS を利用した無線通信システムの研究開発を実施することで、上空経由で冗長経路を確保できるブロードバンド通信等を実現するとともに、地上移動通信システムとの干渉による影響を抑え周波数共用を可能とする技術を確立し、固定通信システム及び移動通信システムそれぞれにおける周波数の効率的な利用を実現するとともに、災害時の通信確保手段の一つとして HAPS が活用されることを目指す。

### 2. 政策的位置付け

- ・「日本経済再生本部」の「未来投資会議」(令和元年 6 月 21 日) の配付資料「成長戦略フォローアップ案」(令和元年 6 月 21 日) において、「HAPS(High-Altitude Platform Station) を用いた通信システム等に関する研究開発を推進する」旨の記載あり。

### 3. 目標

#### 【固定通信システム】

過去に実施された「無人航空機を活用した無線中継システムと地上ネットワークとの連携及び共用技術の研究開発」において対象とした 5GHz 帯及び 2.4GHz 帯の 7～10 倍の周波数であるが、HAPS を利用した大容量の高速ブロードバンド通信のため、帯域の確保が期待されるミリ波帯の利用を想定し、過去の研究開発では実現していない HAPS 搭載の指向方向を回線状況に合わせて柔軟に変更可能なスポットビームアンテナ技術を新たに確立し、サービスエリアを細分化するとともに複数のビームを生成することによって、周波数の再利用度合いを向上させる。さらに、自律的に位置変動する HAPS 方向を常に追尾捕捉可能な HAPS 向け地上局用アンテナ技術を開発し、他の無線システムとの干渉軽減も達成することを目指す。

また、HAPS 機体タイプ（飛行船タイプ、固定翼タイプ等）に応じたシステム設計を行い、これらの技術開発により、通信需要が増大した携帯電話基地局に設置された地上局に対して、細分化されたビームを指向させ、設定可能な通信経路数をビーム数に応じて増加することにより、通信経路設定の冗長性を大幅に改善させることを実現する。

また、地上ネットワークと連携を図ることによって、降雨時に地上付近の降雨の分布状況（特に激しくミリ波を減衰させる局所的な強雨）に応じて、HAPS 搭載アンテナの指向性を動的に 1 つの地上基地局の方向から、降雨がないか弱い別の場所にある地上基地局の方向に切替えることにより、サイトダイバーシティ補償を行う技術の開発を行う。更に、災害時に携帯電話ネットワークが通信断となった場合、HAPS 回線経路にて通信継続を実現するため、携帯電話の国際標準規格に準拠した動的な回線制御技術を確立する。

この技術開発により、ミリ波帯における降雨減衰問題を克服するだけでなく、災害に強靱な地上通信インフラ網の実現に貢献することを目指す。

（過去の研究開発においては、指向性ビームを活用したサイトダイバーシティによる降雨減衰補償を想定した取組を実施していないことから、本研究開発において新たに取り組むもの。）

#### 【移動通信システム】

非常時の移動通信手段として HAPS システムを考えた場合、地上システムが全て落ちるとは限らず、基地局ごとに障害発生状況が異なり、HAPS システムと地上システム間で必要に応じて周波数共用が求められる。また、平常時の移動通信手段として HAPS システムを考えた場合、昨今の周波数ひっ迫状況を鑑みると、HAPS システムと地上システムが同一エリアで同一周波数を共用することによる周波数利用効率の向上が求められる。これらの場合、システム間で相互に干渉が発生することが課題となるが、これまで十分な検討は行われてこなかった。そこで、本研究開発では、成層圏を飛行する HAPS システムと地上システムの高精度な時

間同期を取る技術、HAPS システムと地上システム間でネットワーク連携し、無線リソースを相互に干渉とならないように割当制御を行う干渉回避技術及び HAPS システムと地上システムが連携して干渉を低減する干渉キャンセル技術を令和 5 年度までに確立し、これらの技術を用いない場合に比べて 1.2 倍以上の周波数利用効率（1.2 倍以上のスループット）を達成することを目標とする。

#### 4. 研究開発内容

##### (1) 概要

###### 【固定通信システム】

HAPS を用いたミリ波帯（Q/V 帯）の広帯域な周波数（38.0-39.5GHz を中心とした 36.0-42.5GHz 帯）を利用して、既存携帯電話網の 5G 化における基地局のバックホール回線の増速要求に対して、タイムリーな高速・大容量回線を提供できる無線システムを開発し、ミリ波帯における周波数利用効率の向上を実現する。

###### 【移動通信システム】

HAPS システムと地上システムとの間で発生する相互干渉を抑圧するため、HAPS システムと地上システムとの高精度時間同期技術、ネットワーク連携による干渉回避技術及び干渉キャンセル技術を開発する。また、移動通信に適した 2.7GHz 以下の周波数帯を用いて提案技術を評価するための試作装置開発を行い、室内実験による実時間での動作の検証を実施する。

##### (2) 技術課題および到達目標

###### 技術課題

###### 【固定通信システム】

###### ア 5G 網等と連携した HAPS システムの全体設計／評価及び回線制御技術

近年、海外において様々な機体タイプ（飛行船、固定翼、気球等）の HAPS 開発が進む中、5G 網等のバックホール回線の強靱化の実現の方策の一つとして、5G 網等の回線制御と連携した HAPS システムの開発が期待されている。

開発にあたっては、機体タイプに応じた HAPS の成層圏における運航特性、実用化を想定した HAPS 搭載可能な通信機器に対する要求条件、ミリ波帯における降雨減衰特性、周波数共用の検討結果、及び 5G 網等の回線制御に係るインターフェース条件を鑑み、HAPS システムの最適な全体設計と全体性能の評価が課題となる。

また、現在の携帯電話システムは、ノード間インターフェースに 3GPP 等の国際標準規格を採用して構築されているため、HAPS 回線を適用する場合には、HAPS 回線のインターフェースを携帯電話の国際標準規格に準拠させなければならない。

このため、携帯電話の国際標準規格に準拠させた上で、災害時等に HAPS 回線を柔軟に適用できる制御技術を実現することが課題となる。

#### イ HAPS 搭載の動揺補償型ミリ波帯多地点スポットビームアンテナ技術 (可動型)

上空約 20km 程度の成層圏環境における特有の風の影響や飛行状況等により、HAPS 機体は常に動揺しており、直進性が高いミリ波の場合、地上局に対して安定的にサービスエリアを維持することに技術的な課題がある。また、HAPS カバレッジ直下とカバレッジエッジとを比較すると通信距離が 3～5 倍近く(約 60～100km)になり、通信品質に大きな差が生じるという課題がある。これらを解決するには、HAPS の姿勢動揺を補償する機能を持ち、HAPS カバレッジの直下とエッジの通信品質の差を低減するためのアンテナ設計を行うとともに、携帯電話網の要求と連携して、アンテナの指向方向をビームごとに独立に変更できる多地点スポットビームアンテナの実現が求められる。

#### ウ ミリ波帯の電波伝搬損失の補償技術

ミリ波帯を用いた通信システムの場合、降雨減衰により通信品質劣化が発生するという課題がある。HAPS と携帯電話基地局間のバックホール回線において通信品質劣化が発生すると、当該携帯電話基地局がカバーしているエリア全体の通信サービス品質が劣化してしまうため、大きな問題となる。

これらを解決するには、降雨減衰による通信品質劣化の発生を検知する機能に加え、降雨減衰が発生していない近隣の他の携帯電話基地局を経由した通信経路に変更するネットワーク制御技術を実現することが課題となる。

#### エ HAPS 向け地上局用アンテナ技術

昨今の周波数ひっ迫状況を鑑みると、WRC-19 議題 1.14 (固定業務に分配済みの周波数帯域における HAPS への規制措置の検討)にて特定された HAPS 用のミリ波帯周波数においても様々既存システムとの共用が課題となっており、専用的に周波数帯が割り当てることが難しい。したがって、周波数有効利用の観点から、他の無線システムと同一周波数で共用可能な HAPS 向け地上局用アンテナ技術の実現が必要不可欠である。

これらを解決するには、自律的に位置変動する HAPS 方向を常に捕捉追尾しつつ、同一周波数を利用する他の無線システムとの間の干渉状況を把握し、HAPS 向け地上局用アンテナの送信特性を活用した干渉軽減技術の実現が課題となる。また、5G 等の携帯電話システムと共用する場合には、携帯電話システムと連携した干渉軽減技術の実現が求められる。

#### オ 周波数共用技術

WRC-19 議題 1.14 において特定された 38.0-39.5GHz 帯は、固定局や陸上移動局等の既存無線システムに加え、5G 等の利用も検討されている周波数帯である。課題ア～エの検討状況を踏まえて、既存システム等との適切な周波数共用を実現することが課題となる。

### 【移動通信システム】

#### カ 高精度時間同期技術

HAPS システムと地上システムからの信号送信のタイミングを適切に制御するためには、HAPS 中継局と地上の基地局にて高精度な時間同期を行うことが課題である。HAPS の高度 20km での飛行に応じて変化する HAPS 中継局と地上基地局間の伝搬距離差を考慮した動的な高精度時間同期技術を開発する必要がある。開発にあたっては、様々な機体タイプの HAPS の運航特性を考慮する必要がある。

#### キ ネットワーク連携干渉回避技術

HAPS システムと地上システム間で同一エリアにおいて同一周波数を共用する場合、システム間で相互に干渉が発生するため、大きく通信品質が低下することが課題である。相互に干渉とならないように無線リソースの割当制御を行うネットワーク連携干渉回避技術を開発する必要がある。

#### ク ネットワーク連携干渉キャンセル技術

HAPS から地上システムへの干渉が非常に大きい場合においては干渉回避技術が必要である一方、干渉レベルが同等程度以下である場合においては、HAPS からの干渉を低減するように HAPS 中継局と地上基地局が連携して信号送信制御を行う干渉キャンセル技術が求められる。干渉状況やトラフィック状況に応じて、干渉回避技術と干渉キャンセル技術を適応的に切替制御する技術を実現する必要がある。

### 到達目標

#### 【固定通信システム】

HAPS に搭載するミリ波帯アンテナシステム及びそれと対向する固定通信システム用地上局を開発し、HAPS の滞留位置変動下や姿勢動揺下においても、他の地上システムからの干渉を軽減させながら無線回線を成立させるとともに、HAPS と携帯電話網と連動したダイバーシチ技術を用いて、降雨減衰の影響が大きい 38GHz 帯においても、従来の国内 Ku 帯静止衛星システムを利用した携帯電話向けバックホール回線と同等の総合回線稼働率を確保し、静止衛星システムでは 3 (bit/symbol) 前後であった周波数利用効率を 1.1 倍以上 (スループットを 1.1 倍以上) の 3 (bit/symbol) 後半から 4 (bit/symbol) 台に改善さ

せることを目標とする。各技術課題についての具体的な内容は下記のとおり。

ア 5G 網等と連携した HAPS システムの全体設計／評価及び回線制御技術

5G 網等と連携した HAPS の実用化イメージを踏まえ、様々な機体タイプの HAPS 性能や、5G 網と HAPS を接続した融合システムに求められる要件を整理し、HAPS 搭載アンテナ諸元、地上アンテナ諸元、HAPS 回線諸元を変えて全体設計を行い、周波数有効利用に係る成果目標が達成するようにシステム仕様を設計する。また、全体システムの性能評価を行うために必要となる統合試験を計画し実施する。

また、5G 網等において基地局間の地上回線に異常が発生した際に、異常発生箇所に対して HAPS 経由で別の回線を設定することを想定して、突発的かつ可変的な回線要求へ速やかな対応が可能であり、かつ、5G 網等のノード間インターフェース規格に適合した回線制御技術を開発し、実用化を目指す。

イ HAPS 搭載の動揺補償型ミリ波帯多地点スポットビームアンテナ技術  
(可動型)

HAPS と地上局の間の距離に応じた 2 種類以上の利得に配分され成層圏環境に対応した複数のミリ波アンテナ素子とその指向性制御方式及び通信中継機を開発し、HAPS 機体の姿勢動揺や方向転回時の指向方向誤差を抑制する機能並びにビーム指向方向を独立に切替え制御できる機能を開発する。

ウ ミリ波帯の電波伝搬損失の補償技術

ミリ波帯における降雨減衰問題を解決するため、HAPS と地上間の通信を想定した降雨減衰量推定モデルを構築するとともに、降雨減衰が発生しているエリアに向けて使用中の HAPS 回線を、降雨減衰が発生していない近隣の他の携帯電話基地局に向けた通信経路に変更することで通信品質劣化を回避するネットワーク制御技術を開発する。携帯電話基地局のバックホール回線における品質劣化は、当該基地局がカバーしているエリア全体の品質劣化に直結するので、降雨減衰検知から経路変更完了までの一連のプロセスを人為的な判断を含まない自動制御を実現することで早期復旧を目指す。なお、HAPS を用いた携帯電話のバックホール回線の実証実験結果を基に、降雨減衰や地上干渉による要素も含め、マルチビームによる通信回線容量の増大度合いをシミュレーションにより確認する。

エ HAPS 向け地上用アンテナ技術

HAPS 向け地上用アンテナ技術として、自律的に位置変動する HAPS 方向

を常に捕捉追尾する技術とともに、同一周波数帯を用いる他の固定無線局との間の干渉状況を把握し、指向性パターン等の送信特性を活用した干渉軽減技術を開発する。

また、5G 網との同一周波数帯共用を実現するため、携帯電話網と連携した通信制御技術を開発する。

#### オ 周波数共用技術

38.0 - 39.5GHz 帯付近の既存システムとの周波数共用の検討結果を踏まえ、令和5年度頃の法制化を目指し、共用可能となる干渉低減方策や技術条件を明確化する。特に 38.0 - 39.5GHz 帯以外の固定業務に分配されている帯域については、必要となる周波数共用検討を行い、他システムとの周波数共用に係る技術条件を令和4年度までに提言し、成果を必要に応じて国際標準化（ITU-R WRC-23）に反映する。

#### 【移動通信システム】

上空の HAPS システムと地上システムの高精度時間同期技術、HAPS システムと地上システムがネットワーク連携した干渉回避技術及び干渉キャンセル技術を確立し、連携しない場合に比べて周波数利用効率を 1.2 倍以上（スループットを 1.2 倍以上）に改善することを目標とする。各技術課題についての具体的な内容は下記のとおり。

#### カ 高精度時間同期技術

高度 20km を飛行する HAPS 中継局と地上基地局間の伝搬距離差を考慮した高精度な時間同期の手法について研究開発を行い、±1 マイクロ秒以下の同期精度を実現する。開発したシステムを評価するための試作装置の開発及び室内実験による実時間での動作の検証を行う。

#### キ ネットワーク連携干渉回避技術

HAPS システムと地上システム間でネットワーク連携し、無線リソース割当制御を行うことで干渉回避を実現する技術を確立する。開発したシステムを評価するための試作装置の開発及び室内実験による実時間での動作の検証を行う。

#### ク ネットワーク連携干渉キャンセル技術

HAPS システムと地上システムが連携して干渉を低減する干渉キャンセル技術を実現する。また、HAPS システムと地上システム間の干渉状況に応じて干渉回避技術又は干渉キャンセル技術から最適なものを選択する動的切替制御技術についても併せて確立する。さらに、開発したシステムを評価するための試作装置の開発及び室内実験による実時間での動作

の検証を行う。

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。

## 【固定通信システム】

＜令和2年度＞

### ア 5G 網等と連携した HAPS システムの全体設計／評価及び回線制御技術

#### ●HAPS システムの全体設計

- ・以下の基本要件、システム諸元を明確にするための全体設計。
  - ✓ 統合実証試験時に利用を想定する HAPS の機体タイプ（飛行船、固定翼、気球等）の運航特性に係る基本要件
  - ✓ ミリ波帯の回線設計、設計目標、HAPS システム諸元の整理
  - ✓ 課題イで検討される HAPS 搭載アンテナに係る基本要件
  - ✓ 課題エで検討される地上用アンテナに係る基本要件
- ・上記要件を評価するための統合実証試験の概要検討。

#### ●5G 網等と連携した回線制御モデルの検討

- ・災害・障害発生時の 5G 網等と連携した回線制御モデルの検討
- ・5G 網等に HAPS システムを組み込む要件整理
- ・ノード間インターフェースに係る 3GPP 等の国際標準規格との整合

### イ HAPS 搭載の動揺補償型ミリ波帯多地点スポットビームアンテナ技術（可動型）

#### ●HAPS 搭載の動揺補償型ミリ波帯多地点スポットビームアンテナの設計・開発

- ・課題アに基づく HAPS 搭載アンテナ・通信系機器の要件整理
- ・上記を踏まえた HAPS 搭載アンテナ・通信装置の基本／詳細設計
- ・上記を踏まえた HAPS 搭載アンテナ・通信装置の部分試作

### ウ ミリ波帯の電波伝搬損失の補償技術

#### ●ミリ波帯の電波伝搬損失の補償技術に関する伝搬特性分析

- ・ミリ波帯の電波伝搬特性の調査、分析
  - ✓ HAPS が指向するビーム方向に応じた特性
  - ✓ 国内の各地域における降雨特性
- ・上記を踏まえた降雨減衰補償対策技術の検討

### エ HAPS 向け地上局用アンテナ技術

#### ●HAPS 向け地上局用アンテナの設計・開発



- ・課題アに基づく HAPS 搭載アンテナ・通信系機器の要件整理
- ・上記を踏まえた地上局用アンテナ・通信装置の基本／詳細設計
- ・上記を踏まえた HAPS 向け地上局用アンテナ・通信装置の部分試作

#### オ 周波数共用技術の検討

- 既存の無線システムとの周波数共用検討
  - ・WRC-19 議題 1.14 で HAPS 用に特定された帯域 (38.0–39.5GHz) 周辺の固定無線業務に分配されている帯域 (36.0 - 43.5GHz) における既存無線システムとの周波数共用検討
  - ・既存無線システムとの周波数共用に必要な技術要件の整理
  - ・WRC-19 議題 1.14 の結果の反映

#### <令和3年度>

#### ア 5G 網等と連携した HAPS システムの全体設計／評価及び回線制御技術

- HAPS システムの全体設計の修正
  - ・課題イ～課題オでの前年度の検討結果を踏まえた全体設計の修正及び統合実証試験計画の変更
- 5G 網等と連携した回線制御アルゴリズムの開発
  - ・以下の項目を踏まえた HAPS の回線制御アルゴリズム開発
    - ✓ 5G 網等のノード間のインターフェース条件
    - ✓ 災害・障害発生時の 5G 網等の復旧手順
    - ✓ HAPS の通信回線、ビーム等の利用状況

#### イ HAPS 搭載の動揺補償型ミリ波帯多地点スポットビームアンテナ技術 (可動型)

- HAPS 搭載の動揺補償型ミリ波帯多地点スポットビームアンテナの機器開発
  - ・アンテナ・通信装置の詳細設計を基にした以下の要素技術の開発
    - ✓ 単素子アンテナ、複数素子アンテナの開発
    - ✓ 追尾制御装置の開発
    - ✓ HAPS 搭載通信装置の開発

#### ウ ミリ波帯の電波伝搬損失の補償技術

- ミリ波帯の降雨減衰補償技術の開発
  - ・以下の項目を踏まえた降雨減衰補償技術の開発
    - ✓ 降雨減衰量推定モデルの開発
    - ✓ 5G 網との融合ネットワークに組み込むアルゴリズム開発
    - ✓ HAPS 搭載通信機器に組み込むアルゴリズム開発
    - ✓ 地上用アンテナに組み込むアルゴリズム開発

エ HAPS 向け地上用アンテナ技術

●HAPS 向け地上用アンテナ通信技術の開発

- ・以下の項目を踏まえた地上用アンテナ・通信装置の開発
  - ✓ HAPS 方向の捕捉追尾技術
  - ✓ 5G 網と連携した通信制御、アンテナビーム制御技術
  - ✓ 前年度の課題オの検討結果を踏まえた他システムとの干渉低減技術

オ 周波数共用技術

●国際標準化に向けた活動

- ・HAPS の周波数に係る具体的な活動は以下
  - ✓ WRC-19 議題 1.14 の結果に応じた ITU-R への対応
  - ✓ 必要に応じた、アジア太平洋地区における標準化に対する対応

<令和4年度>

ア 5G 網等と連携した HAPS システムの全体設計／評価及び回線制御技術

●全体性能の評価及び統合実証試験の準備

- ・全体性能の評価（単体試験、机上検討・統合実証試験）
- ・統合実証試験の準備
  - ✓ HAPS 機体の選定、飛行場所、法的手続き等
  - ✓ 統合実証試験の概要、実施体制、実施方法等

●5G 網等と連携した回線制御ソフトウェアの開発・試験

- ・HAPS の回線制御ソフトウェアの検証試験
- ・回線制御ソフトウェアの検証結果を踏まえた改造

イ HAPS 搭載の動揺補償型ミリ波帯多地点スポットビームアンテナ技術（可動型）

●単体地上試験

- ・HAPS 搭載アンテナシステム（追尾技術、降雨補償含む）の開発
- ・地上におけるアンテナシステムの単体試験
- ・地上における HAPS 搭載通信システムの単体試験
- ・単体試験結果に基づく HAPS 搭載通信システムの改造

ウ ミリ波帯の電波伝搬損失の補償技術

●地上試験

- ・5G 網との融合ネットワークに組み込むアルゴリズム検証
- ・HAPS 搭載通信機器、地上用アンテナに組み込むアルゴリズム検証
- ・検証結果に基づくアルゴリズムの改修

エ HAPS 向け地上用アンテナ技術

●地上試験・試験基地局の整備

- ・地上用アンテナシステム（追尾技術、降雨補償含む）の開発
- ・地上における地上用アンテナシステムの試験
- ・試験結果を踏まえた地上用アンテナシステムの改造
- ・可搬型試験基地局への地上用アンテナシステムの組込み
- ・可搬型試験基地局と地上用アンテナシステムとの接続試験

オ 周波数共用技術

●WRC-23 に向けた活動

- ・HAPS の周波数に係る具体的な活動は以下
  - ✓ WRC-19 議題 1.14 の結果に応じた ITU-R への対応
  - ✓ 必要に応じた、アジア太平洋地区における標準化に対する対応

<令和5年度>

ア 5G 網等と連携した HAPS システムの全体設計／評価及び回線制御技術

●統合実証試験

- ・統合実証試験の実施にあたっての準備
  - ✓ 現地調査、実験環境構築、法制度手続き等
- ・統合実証試験の実施
- ・試験結果に基づく全体システムの性能評価

イ HAPS 搭載の動揺補償型ミリ波帯多地点スポットビームアンテナ技術（可動型）

●HAPS 機体へのアンテナ艙装、アンテナ単体試験の実施

- ・HAPS への実験通信機器・アンテナシステムの艙装
- ・低空飛行中の HAPS におけるアンテナ単体試験の実施

ウ ミリ波帯の電波伝搬損失の補償技術

●性能評価

- ・ミリ波帯の電波伝搬損失の補償技術効果のシミュレーションに基づく性能評価

オ 周波数共用技術

●WRC-23 対応

- ・HAPS の周波数に係る具体的な活動は以下
  - ✓ 必要に応じた、WRC-23 に対する対応
  - ✓ WRC-23 の結果を踏まえた以降の ITU-R への対応方針の検討

## 【移動通信システム】

### <令和2年度>

#### カ 高精度時間同期技術

##### ●高精度時間同期技術の検討

- ・ 運航特性の異なる HAPS の機体タイプごとの機体移動を考慮した時間同期精度への要件検討
- ・ 高精度時間同期技術のアルゴリズム設計

#### キ ネットワーク連携干渉回避技術

##### ●干渉回避アルゴリズムの検討及びシミュレーション基盤の構築

- ・ 無線リソース割当て制御技術のアルゴリズム設計
- ・ 機能評価用計算機シミュレーションソフトウェアの開発

#### ク ネットワーク連携干渉キャンセル技術

##### ●干渉キャンセルアルゴリズムの検討及びシミュレーション基盤の構築

- ・ 干渉キャンセル信号処理技術のアルゴリズム設計
- ・ 機能評価用計算機シミュレーションソフトウェアの開発

### <令和3年度>

#### カ 高精度時間同期技術

##### ●アルゴリズムの機能実証評価

- ・ 機能評価用計算機シミュレーションソフトウェアの開発

#### キ ネットワーク連携干渉回避技術

##### ●アルゴリズムの試作装置 BB 部への実装及び機能実証評価

- ・ 試作装置の基本機能部（BB 部）の仕様設計及び実装
- ・ 試作装置を用いた室内での機能実証評価

#### ク ネットワーク連携干渉キャンセル技術

##### ●アルゴリズムの試作装置 BB 部への実装及び機能実証評価

- ・ 試作装置の基本機能部（BB 部）の仕様設計及び実装
- ・ 試作装置を用いた室内での機能実証評価

### <令和4年度>

#### カ 高精度時間同期技術

##### ●試作装置への実装及び機能実証評価

- ・ 試作装置の仕様設計及び実装
- ・ HAPS システム及び地上システムを模擬した室内での機能実証評価

キ ネットワーク連携干渉回避技術

●試作装置への RF 部追加実装及び機能実証評価

- ・試作装置の RF 部の仕様設計及び実装
- ・HAPS システム及び地上システムからの受信信号レベルを模擬した室内での機能実証評価

ク ネットワーク連携干渉キャンセル技術

●試作装置への RF 部の追加実装及び機能実証評価

- ・試作装置の RF 部の仕様設計及び実装
- ・HAPS システム及び地上システムからの受信信号レベルを模擬した室内での機能実証評価

<令和5年度>

カ 高精度時間同期技術

●統合システムの実装及び総合評価

- ・統合システムの装置仕様設計及び実装
- ・総合評価試験の実施及び時間同期精度±1 マイクロ秒以下の確認

キ ネットワーク連携干渉回避技術

●統合システムの実装及び総合評価

- ・統合システムの装置仕様設計及び実装
- ・総合評価試験の実施及び周波数利用効率 1.2 倍以上達成の確認

ク ネットワーク連携干渉キャンセル技術

●統合システムの実装及び総合評価

- ・統合システムの装置仕様設計及び実装
- ・ネットワーク連携干渉回避技術との切替制御アルゴリズムの検討及び評価
- ・総合評価試験の実施及び周波数利用効率 1.2 倍以上達成の確認

5. 実施期間

令和2年度から5年度までの4年間

6. その他

(1) 成果の普及展開に向けた取組等

①国際標準化等への取組

国際競争力の強化を実現するためには、本研究開発の成果を研究期間中及び終了後、速やかに関連する国際標準化規格・機関・団体へ提案を実施することが重要である。このため、研究開発の進捗に合わせて、国際標準への提案活動

を行うものとする。なお、提案を想定する国際標準規格・機関・団体及び具体的な標準化活動の計画を策定した上で、提案書に記載すること。

## ② 実用化への取組

研究開発期間終了後も引き続き取り組む予定の「本研究開発で確立した技術の普及啓発活動」及び令和10年度までの実用化・製品展開等を実現するために必要な取組を図ることとし、その活動計画・実施方策・ビジネスモデルについては、提案書に必ず具体的に記載すること。

## (2) 提案および研究開発に当たっての留意点

提案に当たっては、研究開発の対象とする機体タイプ（飛行船、固定翼、気球等）を明記すると共に、基本計画書に記されている目標に対する達成度を評価することが可能な具体的な評価項目を設定し、各評価項目に対して可能な限り数値目標を定めること。また、従来技術との差異を明確にした上で、技術課題及び目標達成に向けた研究方法、実施計画及び年度目標について具体的かつ実効性のある提案を行うこと。

研究開発の実施に当たっては、関連する要素技術間の調整、成果の取りまとめ方等、研究開発全体の方針について幅広い観点から助言を頂くと共に、実際の研究開発の進め方について適宜指導を頂くため、学識経験者、有識者等を含んだ研究開発運営委員会等を開催する等、外部の学識経験者、有識者等を参画させること。

なお、本研究開発において実用的な成果を導出するための共同研究体制又は研究協力体制について、研究計画書の中にできるだけ具体的に記載すること。

以上