令和6年度研究開発成果概要図(目標・成果と今後の研究計画)

採択番号:07701

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

Beyond 5Gにおける超広域・大容量モバイルネットワークを実現するHAPS通信技術の研究開発 ◆研究開発課題名

◆副題 HAPS移動通信の高速大容量化技術の研究開発

◆受託者 ソフトバンク株式会社

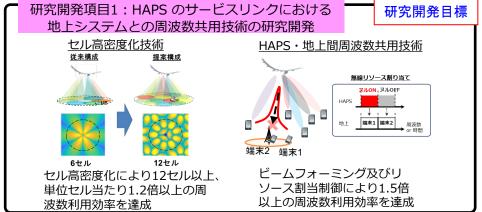
◆研究開発期間 令和5年度~令和9年度(5年間)

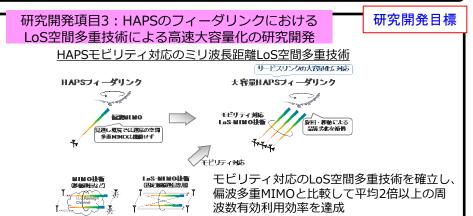
◆研究開発予算(契約額)令和5年度から令和6年度までの総額2,815百万円(令和6年度1,415百万円)

2. 研究開発の目標

セル高密度化技術によりセル当たり1.2倍以上の周波数利用効率、および、12セル以上のセルの高密度化を実現し、従来技術と比較して2倍以上のサービス リンクの通信容量の達成を目標とする。また、LoS空間多重技術によりフィーダリンクにおいても2倍以上の周波数利用効率の達成を目標とする。さらに、空間 軸の干渉抑圧と時間・周波数軸の無線リソース割当の連携制御により、HAPS・地上間の同一周波数共用を実現するとともに、従来技術と比較して1.5倍以上 の周波数利用効率の達成を目標とする。

3. 研究開発の成果





1-a) セル高密度化技術の開発

研究開発成果

⇒多セル構成の基本評価を実施し、通信容量2倍を達成するために必要なサイドロー ブ低減の目標を設定。アンテナ構成としてシリンダ・平面・半球の性能比較を実施。

1-b) HAPS·地上間周波数共用技術の開発

⇒HAPS・地トシステム重畳構成の基本評価モデルを設計し、ヌルフォーミング及び 無線リソース割当制御の簡易アルゴリズムにより1.5倍の周波数利用効率改善を確認。

1-c) 試作装置開発及び実証実験

⇒サービスリンク装置の開発を完了し、フィーダリンク装置との結合評価を実施。 セスナ機の選定を完了し、装置の搭載設計を概ね完了。

1-d) HAPS対応電波伝搬推定技術の開発

⇒電波伝搬測定環境の構築を行い、伝搬測定を実施。電波伝搬モデルの開発を推進。

1-e) HAPS対応電波伝搬推定技術の国際標準化

⇒ 2024年5-6月、2025年2月に開催されたITU-R SG3関連会合で開発した電波伝搬 モデルの国際標準化提案活動を実施。将来の勧告改定および新報告の作成を推進。

3-a) LoS空間多重技術の開発

研究開発成果

⇒HAPS旋回時に平均2倍以上の周波数利用効率を達成できるLoS空間多重アンテナ 構成を確定。非再牛LoS空間多重無線中継方式を考案、簡易実証を完了。

3-b) HAPS対応長距離ミリ波無線伝送技術の開発

⇒HAPSモビリティ対応のビームトラッキング方式を考案、通信装置へ実装し、簡易 実証を完了。高速ドップラー補償、レベル補償技術を検討し、通信装置に実装完了。

3-c) 試作装置開発及び実証実験

⇒6セル対応26GHz帯偏波多重フィーダリンク無線中継システムの試作装置開発を完 了。結合試験・動作検証を完了。26GHz帯フェーズドアレイアンテナの成層圏環境 試験を先行実施。39GHz帯フェーズドアレイアンテナの開発に着手し、ICを完成。

3-d) HAPS対応電波伝搬推定技術の開発

⇒1-d) と同様。

3-e) HAPS対応電波伝搬推定技術の国際標準化

⇒1-e) と同様。

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案・採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞•表彰
15 (11)	8 (8)	2 (2)	32 (21)	11 (10)	1 (0)	0 (0)	1 (1)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

- (1)産業財産権特許の国内出願は、当初目標としていた7件(2023年度に2件、2024年度に5件)に対し、2023年度に4件出願完了、2024年度に11件出願完了した。当初目標の2倍以上と、目標を大幅に上回る成果を達成した。特許の外国出願は、2024年度は8件と当初計画にない成果を達成した。
- (2)外部発表研究論文は、当初目標通り、2件の論文誌掲載を達成した。査読付き収録論文は、2024年度の当初目標の4件に対して6件発表と目標を大きく上回る成果を達成した。収録論文は、2024年度の当初目標の3件に対して5件と当初目標の2倍に近い大きな成果を達成した。一般口頭発表は、2024年度の当初目標の5件に対して10件と当初目標の2倍となる大きな成果を達成した。
- (3)標準化提案 2024年度の当初目標 の0件に対して、ITU-RのSG3関連会合にて精力的に電波伝搬モデルの標準化提案活動行い10件もの大量の提案を行い極めて大きな成果を達成した。
- (4)受領・表彰 上記(2)に関連して、アンテナ・伝播研究専門委員会(AP研)よりAP研功労賞を受賞した(受賞者:表 英毅)

5. 今後の研究開発計画

【研究開発項目1】研究開発項目1-a)では、サービスリンクに多数セルを形成する構成において、大容量化を実現するセル設計、アンテナ構成、アンテナウェイト制御技術について検討し、提案技術を適用しないHAPSセル構成と比較してセル毎で1.2倍以上の周波数利用効率を達成する。1-b)では、HAPSと地上システムとの重畳構成において、周波数共用を実現するビームフォーミング技術、無線リソース割り当て制御技術について検討し、提案技術を用いない重畳構成と比較して1.5倍以上の周波数利用効率を達成する。1-c)では試作装置を用いた試験により所望の特性が得られることを実証し、成層圏環境下での正常動作を確認する。また、研究開発項目3で開発するフィーダリンクと結合し、上空プラットフォームを用いた実証試験により提案技術を確立する。

また、HAPS移動通信システムを効率よく設計するためには、高高度における電波伝搬損失特性や時空間電波伝搬特性(電波伝搬遅延特性、電波到来角特性)を推定できる電波伝搬推定技術が不可欠である。研究開発項目1-d)では、HAPS移動通信システムを効率よく設計するために必要なHAPS対応電波伝搬推定技術として、さまざまな環境での電波伝搬測定および伝搬シミュレータによる評価、解析を行い、電波伝搬モデルの開発を実施する。開発した電波伝搬モデルを用いて研究開発項目1-a)~1-c)の提案技術を評価する。

本研究開発の研究開発項目1-a)~1-c)を効率的に評価するためには、評価に用いる電波伝搬モデルの国際標準化が必要不可欠である。そこで、研究開発項目1-e)では、研究開発項目1-d)で開発する電波伝搬推定法の国際標準化に取り組む。

【研究開発項目3】 HAPSフィーダリンクの大容量化を実現するため、研究開発項目3-a)ではLoS空間多重技術、研究開発項目3-b)ではHAPS対応の長距離ミリ波無線伝送技術の研究開発を行う。これらの取り組みにより、3-a)ではモビリティ対応のLoS空間多重技術を確立し、偏波多重MIMOと比較して平均2倍以上の周波数有効利用効率を達成する。3-b)では長距離ミリ波伝送とHAPSのモビリティに対応したミリ波ビームトラッキング技術を実装したミリ波フィーダリンク無線通信システムを確立する。また、研究開発項目3-c)では検討した提案技術を実証するための試作装置開発を行い、無線伝送試験により所望の特性が得られることを実証すると共に、成層圏環境下においても正常に動作させることを目指す。また、研究開発項目1で開発予定のサービスリンクと結合し、上空プラットフォームを用いた実証試験により提案技術を確立する。また、研究開発項目3-d)で開発するHAPS対応電波伝搬推定技術は、研究開発項目1-d)と共通である。同様に研究開発項目3-e)では、開発する共通の電波伝搬推定法の国際標準化に取り組む。