

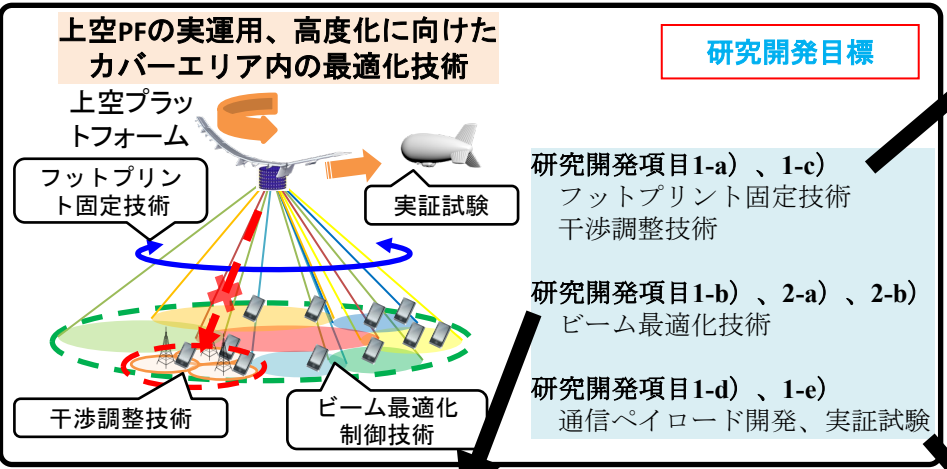
## 1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名 上空プラットフォームにおけるCPSを活用した動的エリア最適化技術
- ◆受託者 ソフトバンク株式会社、学校法人慶應義塾
- ◆研究開発期間 令和4年度～令和6年度(3年間)
- ◆研究開発予算(契約額) 令和4年度98百万円

## 2. 研究開発の目標

HAPS等の上空プラットフォームの実運用及び高度化に向けて、2023年度までに通信エリアの安定化を実現するフットプリント固定技術、エリア全体の通信容量を最大化させるビーム最適化制御技術、地上システムとの周波数共存等を実現する干渉調整技術を確立するとともに、2024年度までに実際の上空プラットフォームを用いて各要素技術の実証を目指す。

## 3. 研究開発の成果



### 研究開発項目1-a)、1-c) 成果

シリンダアンテナによるフットプリント固定制御を提案し、所定の移動・回転に対して**±3dB以内**のレベル変位を確認

上空PF間及び上空PF-地上システム間の干渉を同時に低減する方式を提案し、提案法未適用に対し**約72%**の通信容量改善を達成

**アンテナパターン変位の評価**

**マルチフォーミングによる通信容量評価**

提案① 約164%  
提案② 約172%

その他、多数の成果

### 研究開発項目1-b)、2-a) 成果

遺伝的アルゴリズム(GA)に共進化アルゴリズムを組み合わせた最適化により、同じ計算量で**5~15%程度**の通信容量改善を達成

ニューラルネットワークを用いた最適化を提案し、**GAとほぼ一致する**通信容量改善を達成

遺伝的アルゴリズムの概念と強化学習アルゴリズムを組み合わせた深層強化学習遺伝的アルゴリズムを提案し、**粒子群最適化法やQ学習等と比較し、通信容量特性の改善**を達成

**GAによる計算量及び通信容量評価**

**ニューラルネットワークによる通信容量評価**

その他、多数の成果

### 研究開発項目1-d)、1-e) 成果

1-a)~1-c)のビームフォーミング技術を実証可能な**装置全体構成**及び**シリンダアンテナ構成を決定**し、重量、消費電力、サイズを概算見積りも

ウェイト制御方式及び制御周期について検討し、HAPS機体の移動速度に対する追従性の評価を完了

上記通信ペイロードを搭載可能な**上空プラットフォームの選定を完了**し、設計仕様を決定

**全体構成**

**通信ペイロード構成**

**上空プラットフォーム**

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
3 (3)	0 (0)	1 (1)	10 (10)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

※成果数は累計件数、（ ）内は当該年度の件数です。

(1) 産業財産権出願

- ・ 田代晃司, 星野兼次, 長手厚史, “広域セル基地局、システム、並びに、アンテナ指向性のヌルを形成する方法及びプログラム,” 日本, 特願2023-035066, 2023/3/7.
- ・ S.Yang, 大槻知明, “通信システム、通信方法、及び、プログラム,” 日本, 特願2023-005079, 2023/1/17.
- ・ 大槻知明, 森 達也, “通信システム、通信方法、及び、プログラム,” 日本, 特願2023-044412, 2023/3/20.

(2) 英文論文誌の採録

- ・ S. Yang, M. Bouazizi, T. Ohtsuki, Y. Shibata, W. Takabatake, K. Hoshino, and A. Nagate, “Deep Reinforcement Learning Evolution Algorithm for Dynamic Antenna Control in Multi-Cell Configuration HAPS System,” Future Internet 2023, 15, 34. <https://doi.org/10.3390/fi15010034>, Jan., 2023.

(3) 国際会議での招待講演を実施

- ・ K. Hoshino, “R&D of HAPS Mobile Communication Systems for Beyond 5G/6G,” APNOMS2022, Sept. 2022.
- ・ A. Nagate, “HAPS Mobile-Direct Communication Systems towards Beyond 5G,” BroadSky Workshop (Ka and Broadband Communications Conference), Oct. 2022.

5. 今後の研究開発計画

【研究開発項目 1】2023年度では、研究開発項目1-a) ~1-c) の3つの要素技術において、実際のアンテナ構成や素子パターンを考慮したアルゴリズムの設計検討を行い、実装仕様を完成させる。ペイロード開発においては、2022年度に検討した装置仕様をベースに開発を完了する。また、研究開発項目1-a) ~1-c) で検討した実装仕様を考慮し、適用効果等も考慮しながら適宜装置の調整を進める。上空プラットフォームについては2022年度選定した機体の手配を進める。

【研究開発項目 2】2023年度では、2022年度に検討したアルゴリズムに様々な都市のユーザ分布を適用するとともに、各提案アルゴリズムで用いているネットワーク構造や損失関数、学習方法について検討する。深層学習法などの各種アルゴリズムについて、データ量や収束時間を評価しながら、それらを低減できるようにアルゴリズムを改変する。また、提案アルゴリズムのうち特に提案ユーザクラスタリング法を他のアルゴリズムと組み合わせた検討についても進める。また、CPSへの実環境のマッピングを考慮し、通信量・データ量の削減についても検討する。また、人口流動データ、及び他研究開発項目で取得予定の伝搬データを用いたアルゴリズムの検討も行う。