

令和 6 年度研究開発成果概要書

採 択 番 号 02001
研究開発課題名 移動通信三次元空間セル構成

(1) 研究開発の目的

第 5.5 世代、及び第 6 世代移動通信システムに向けた同一周波数共用三次元空間セル構成、及び他システムへの干渉を抑圧し周波数共用を実現する“ネットワーク連携による同一周波数共用三次元空間セル構成”の研究開発を世界に先駆けて行う。これにより、「周波数の一次利用、二次利用の壁」を取り除くことを目指す。

(2) 研究開発期間

令和 3 年度から令和 6 年度（4 年間）

(3) 受託者

ソフトバンク株式会社＜代表研究者＞

(4) 研究開発予算（契約額）

令和 3 年度から令和 6 年度までの総額 1,800 百万円（令和 6 年度 400 百万円）
※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

研究開発項目 1: 同一周波数共用三次元空間セル構成(ソフトバンク株式会社)

研究開発項目 2: 他システムへの与干渉抑圧技術による同一周波数共用(ソフトバンク株式会社)

研究開発項目 3: 研究開発項目 1 と 2 の統合構成 (ソフトバンク株式会社)

(6) 特許出願、外部発表等

		累計（件）	当該年度（件）
特許出願	国内出願	8	2
	外国出願	4	2
外部発表等	研究論文	2	1
	その他研究発表	70	19
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	2	1
	展示会	0	0
	受賞・表彰	0	0

(7) 具体的な実施内容と最終成果

○研究開発項目 1：

(a) HetNet 構成による基地局間連携三次元空間セル構成

(b) 地上端末と上空端末を同一周波数利用する三次元空間セル構成

(c) セル境界の通信品質を改善する基地局間連携三次元空間セル構成

(a)～(c) に関して

・基地局間連携制御により、(a) HetNet 構成でマクロセルとスモールセルが、(b) 地上セルと上空セルが、共に同一周波数を完全に共用できること、また (c) セル境界の通信容量を周辺セルを考慮して 1.5 倍以上に改善できることを計算機シミュレーションで示した(三次元ビームフォーミング&MU-MIMO キャンセウの適用)。

- TDD システムを対象として、同一のシステム構成で (a)～(c) を同時に実装できる基地局間連携システム及び装置構成を世界に先駆けて提案し、上り回線信号内の SRS 信号により周辺基地局で伝搬路応答行列 H_u を測定し、同時に H_u から下り回線の伝搬路応答 H_b を推定し、上下回線の伝搬路応答行列 H_u 、 H_b を用いて (a)～(c) の上下回線の干渉抑圧ウェイトをそれぞれ生成し、それらを送受信信号に重畳することで干渉を抑圧する試作装置を開発し、室内実験で実証した。

(d) 三次元空間電波伝搬モデル化

上空セルを対象として仰上-ライス変動 (K ファクタ) の高精度推定法として、「三次元空間仰上-ライス K ファクタ推定法」を世界に先駆けて提案した (三次元空間周回測定法)。市街地、郊外地においてドローンをを用いた三次元空間周回測定法による測定で、上空の K ファクタ値を明らかにした (市街地 6～8dB、郊外地: 10～15dB)。

○研究開発項目 2：他システムへの与干渉抑圧技術による同一周波数共用

- 5G 基地局から同一周波数を利用する衛星地球局下り信号 (一次利用) への与干渉を抑圧する「システム間連携干渉キャンセラ」の試作装置を開発し、電波免許取得後、屋外環境として東京科学大学 大岡山キャンパスのグラウンドにおいて実証実験を実施し、30dB 以上の干渉抑圧効果が得られることを確認した。これにより、5G 基地局 (二次利用) と衛星地球局下り信号 (一次利用) が周波数共用をできることを実証した。

- “世界初” のシステム間連携干渉キャンセラシステムにより周波数共用ができることを実証し、実用化の目途が得られた。

- 屋外環境での実証により、今後の「周波数の一次利用、二次利用の壁」を取り除く第一歩の発明 (システム) と考える (実際のシステム導入や電波制度整備は今後の課題)。

○研究開発項目 3：研究開発項目 1 と 2 の統合構成

試作した DAS (Distribute Antenna System) を用いて、研究開発項目 1 の「基地局間のネットワーク連携」、研究開発項目 2 の「他システム間のネットワーク連携」の試作装置をそれぞれ開発し、実証した。DAS を研究開発項目 1、2 に対して共通に用いることを提案し、研究開発項目 1 と 2 の統合構成を実現した。

(8) 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

○研究開発項目 1：同一周波数共用三次元空間セル構成

(a) HetNet 構成による基地局間連携三次元空間セル構成

(b) 地上端末と上空端末を同一周波数利用する三次元空間セル構成

(c) セル境界の通信品質を改善する基地局間連携三次元空間セル構成

(a)～(c) に関して)

- TDD システムを対象として、同一のシステム構成で (a)～(c) を同時に実装できる基地局間連携システムの通信品質を室内実験で実証した。

- 実証するための電波免許を取得し、今後屋外での試作装置の通信品質 (通信容量) を評価する。

- 提案システムを研究論文としてまとめる。

(d) 三次元空間電波伝搬モデル化

上空の仰上-Rice 伝搬変動の K-Factor を、提案するドローンをを用いた高精度推定法である「三次元空間周回測定法」を用いて市街地、郊外地等様々な実環境において測定し、環境ごとの K-Factor 値の具体的なモデル化を行う。また、市街地、郊外地等を同時に扱える統一した K-Factor 値のモデル化を実施する。最終的には ITU-R SG3 (電波伝搬モデル) へ提案し、国際標準化を狙う。

○研究開発項目 2：他システムへの与干渉抑圧技術による同一周波数共用

- 試作装置 (5G 携帯システム: 4GHz 帯、100MHz 帯域幅) を用いて様々な実フィールドで干渉抑圧効果を評価する。

- 実際のシステムへの導入、電波制度整備は今後の課題。

○研究開発項目3：研究開発項目1と2の統合構成

試作した DAS(Distribute Antenna System)を用いて、研究開発項目1の「基地局間のネットワーク連携」、研究開発項目2の「他システム間のネットワーク連携の試作装置を統合し、屋外の実環境においてシステム評価を行う。