

## 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: 移動通信三次元空間セル構成
- ◆受託者: ソフトバンク株式会社
- ◆研究開発期間: 令和3年度～令和6年度(4年間)
- ◆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)

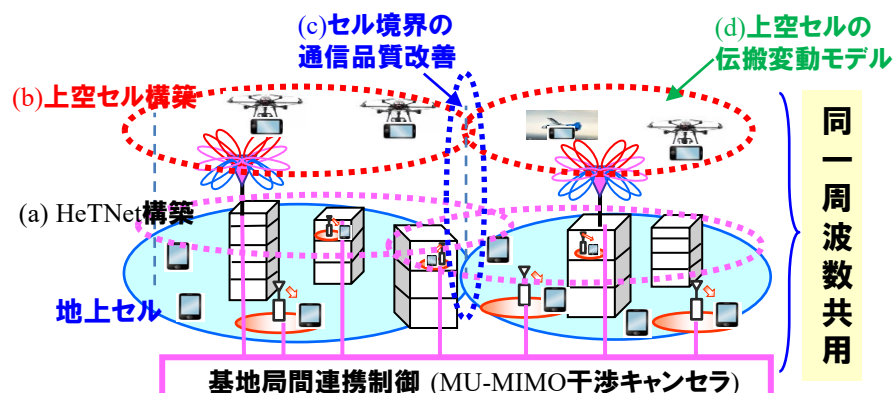
## 2. 研究開発の目標

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。

## 3. 研究開発の成果

## 研究開発項目1: 同一周波数共用三次元空間セル構成

## 研究開発目標



## 研究開発成果

## 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)

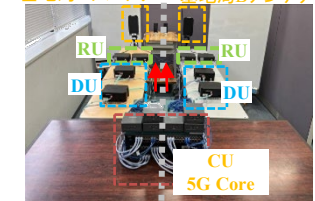
・基地局間連携制御により、(a) HetNet構成でマクロセルとスモールセルが、(b) 地上セルと上空セルが、共に同一周波数を完全に共用できること、また (c) セル境界の通信容量を周辺セルを考慮して1.5倍以上に改善できることを計算機シミュレーションで示した(三次元ビームフォーミング&MU-MIMOキャンセラーの適用)。

・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、上り回線送信信号内のSRS信号により周辺基地局での伝搬路応答行列Hを推定し、Hを元に (a)～(c)の干渉抑圧ウェイトをそれぞれ生成して干渉を抑圧する試作装置を開発し、室内実験で効果を実証した。

## (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・ライズ変動(Kファクタ)の高精度推定法として、「三次元空間仰上・ライズKファクタ推定法」を世界に先駆けて提案し、市街地、郊外地上空におけるKファクタ値をドローンを用いた測定で明らかにした(市街地:6～8dB、郊外地:10～15dB)。

基地局Aアンテナ 基地局Bアンテナ

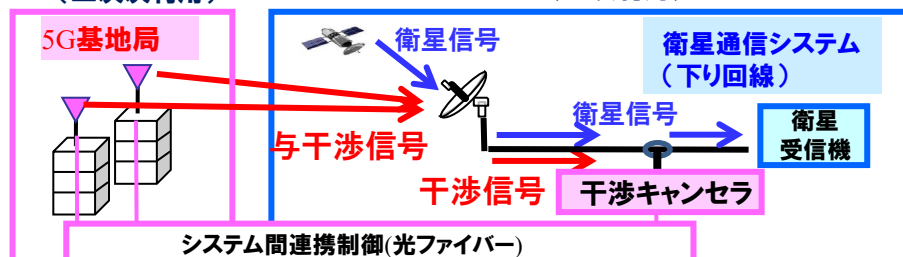


(a)～(c)を同時に実現できる装置構成



ドローンを用いたKファクタ測定(市街地)

## 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

移動通信システム  
(二次利用)同一周波数利用他システム  
(一次利用)

「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

## 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

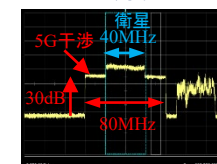
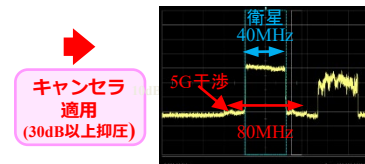
・5G基地局から同一周波数を利用する衛星地球局下り信号への与干渉を抑圧する「干渉キャンセラ」の試作装置を開発し、電波免許取得後、屋外環境として東京科学大学(大岡山キャンパス)グラウンドにおいて実証実験を実施し、30dB以上の干渉抑圧効果が得られることを確認・実証した。

・「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、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。

・屋外環境で実証により、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)。

大岡山キャンパス・グラウンド  
測定風景

スペクトラム測定

衛星信号(5G干渉あり)  
スペクトラム衛星信号(5G干渉キャンセラ)  
スペクトラムキャンセラ  
適用  
(30dB以上抑圧)

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    | プレスリリース<br>報道 | 展示会      | 受賞・表彰    |
|----------|----------|----------|------------|----------|---------------|----------|----------|
| 8<br>(2) | 4<br>(2) | 2<br>(1) | 70<br>(19) | 0<br>(0) | 2<br>(1)      | 0<br>(0) | 0<br>(0) |

※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

5. 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、屋外に置いて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)を用いて様々な実環境下における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、屋外の実環境下においてシステム評価を行う。