

# 電波環境センシングを用いた小型5G移動基地局の 移動制御手法の提案と評価

大阪大学 基礎工学部 情報科学科

挟間 敦久

- **5G 技術を用いた移動通信システムの浸透**

- **移動型の基地局による様々な活用形態**

- 情報および情報交換が必要な時刻・場所が限定される場合
  - 例：トンネルや高層ビルでの建設土木工事現場
  - 例：山間地や離島などの非生活圏で、商用系セルラーネットワークが展開されていない場所
- 固定型の基地局が設計時に前提としていた環境条件が変わって通信ができない場合
  - 例：地震などの災害時に固定基地局が使用不能である場合
  - 例：花火大会や野外フェスなど、人の密集による通信環境の劣化

- **小型の移動基地局の重要性**

- 人の密集や障害物の発生により通信品質が劣化する場合、大型の移動基地局では対応が困難
  - 複数の端末の電波環境をセンシングし、最適な位置へ移動基地局を移動させることが必要
- 現有の基地局整備は 20 kg 以上の機材で動作するため、市販の移動体へ搭載するためには軽量化が必要

## ● 研究目的

- 5G通信技術を用いた移動基地局の小型化
- 通信品質を損なうことなく複数の端末が通信可能となる移動基地局の移動制御手法を検証

## ● 研究手順

- 5G通信技術を用いた小型移動基地局の製作
  - 5G基地局の構築・移動体への搭載
  - 移動体の移動制御APIとの連携
- 電波環境センシングに基づく移動制御実験及び評価
  - 電波環境センシングによる電波マップの作成
  - 電波マップに基づいた移動基地局の移動制御手法の動作検証および評価

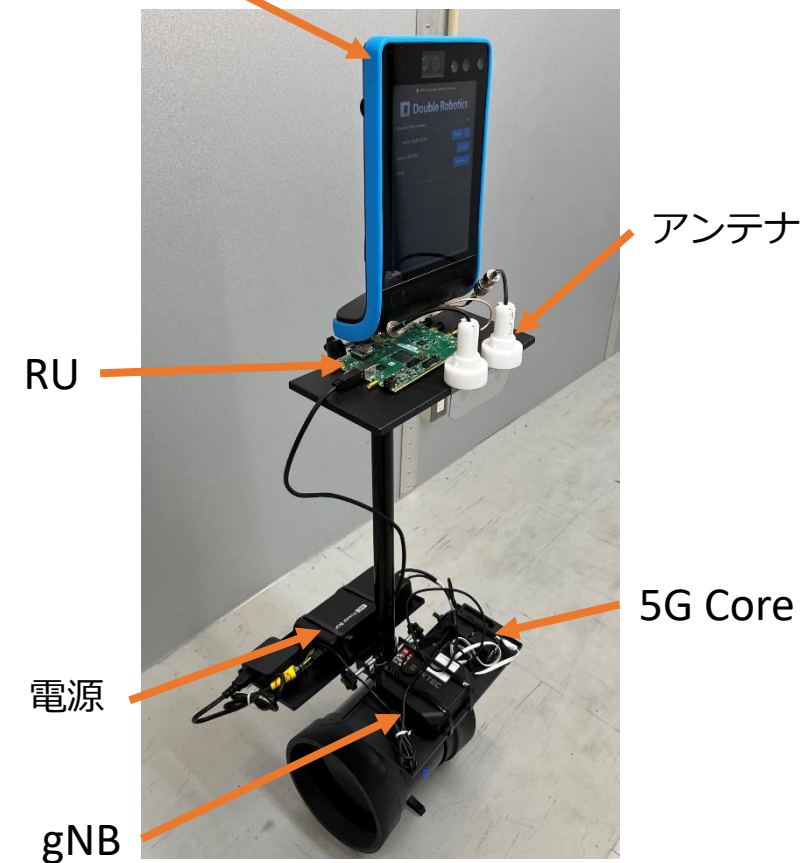
## ● 移動体への基地局 ・ アンテナ ・ 電源の搭載

- 基地局 : RU, gNB, 5GCore から構成
- 基地局用電源 : モバイルバッテリー
  - 容量 : 87.04 Wh
  - 100V AC 出力端子 → gNB (小型PC) へ接続
  - USB-C 出力端子 → 5GCore (Raspberry Pi) へ接続
- 総重量: 約 3 Kg

## ● 移動基地局諸元

- 使用する電波の中心周波数 : 3.433 GHz
- 使用帯域 : 20 MHz (RB51)
- 10 cm の精度で移動制御可能であることを確認

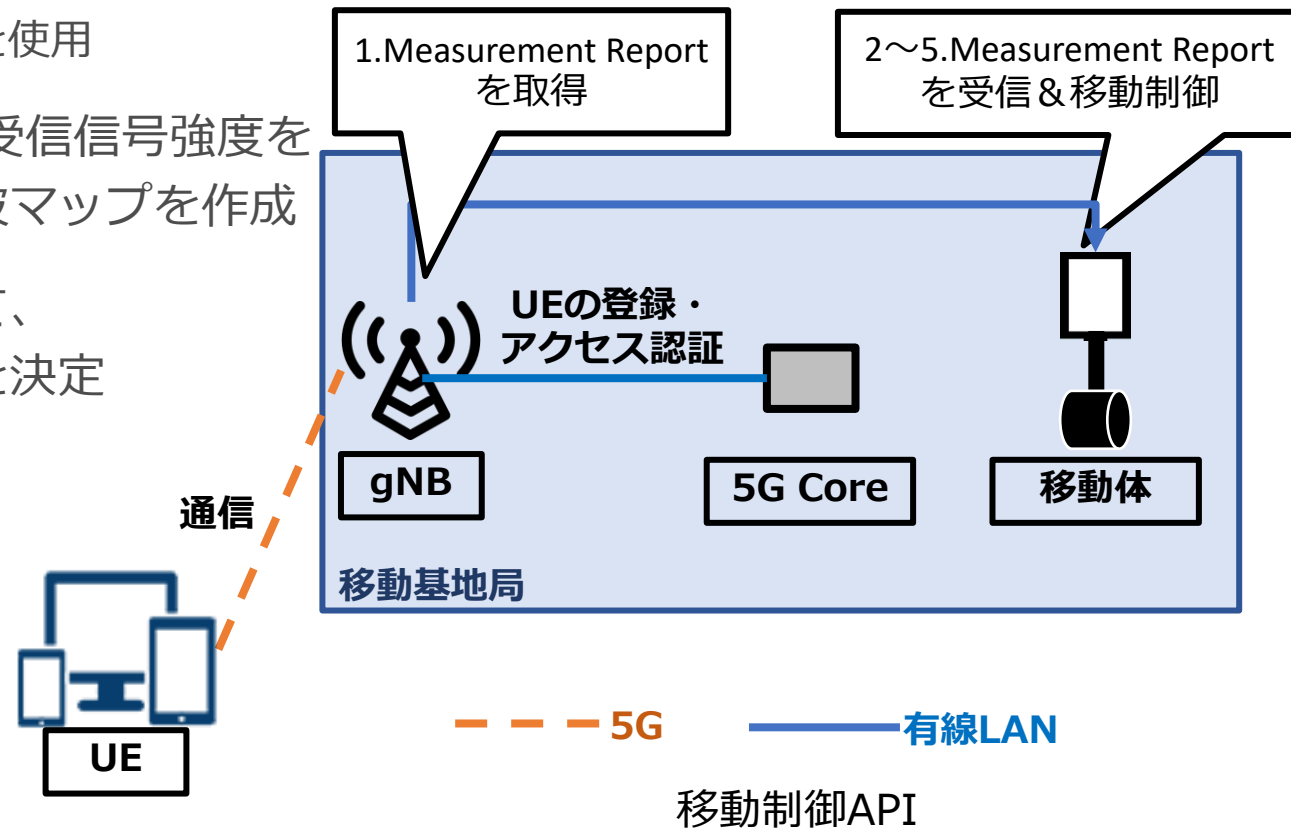
移動体 ( Double3 )



完成後の移動基地局

## ● 移動制御手順

1. 移動基地局を一定の距離間隔で移動させながら端末の電波品質を計測
2. gNB は各地点・各端末の受信信号強度を取得し、記録
  - 取得には Measurement Report 機能の RSRP を使用
3. 移動体で動作する制御プロセスは、gNB から受信信号強度を取得し、各地点における電波品質を表した電波マップを作成
4. 制御プロセスは作成した電波マップに基づいて、複数の端末の電波品質が最大限向上する位置を決定
  - RSRPの合計値が最大となる地点とする
5. 移動制御APIと連携し、決定した地点へ移動
6. 一定間隔で上記制御手順を繰り返す



- 実施場所：電波シールド室（B棟706室）

- 端末：5G 対応スマートフォン × 2台

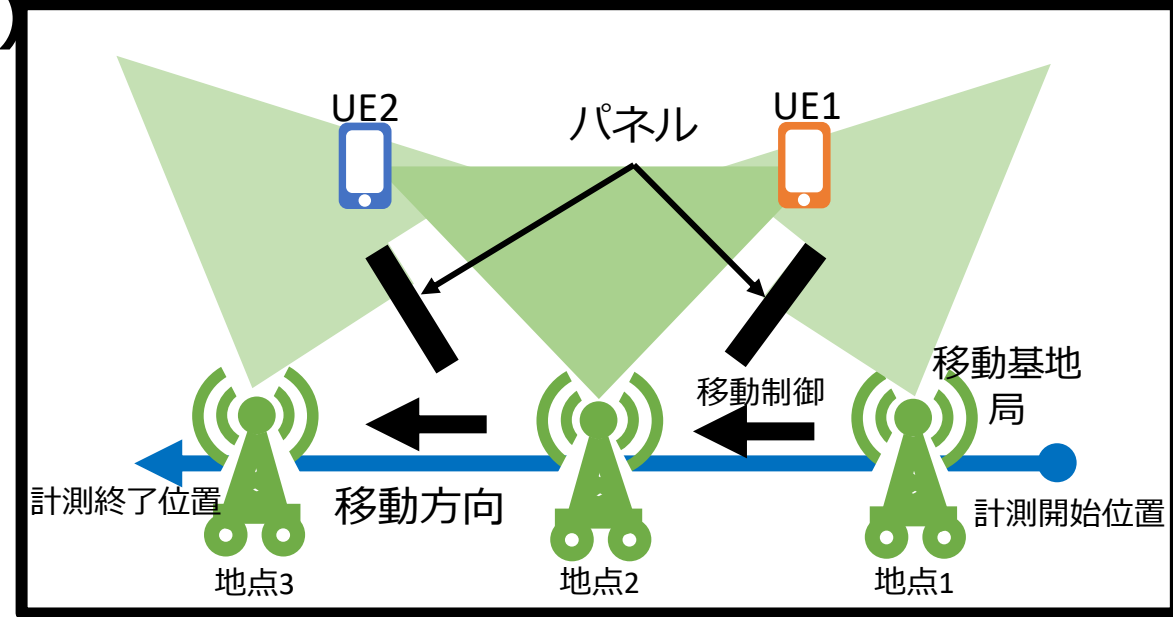
- **実験環境 1**

- 障害物のない実験環境

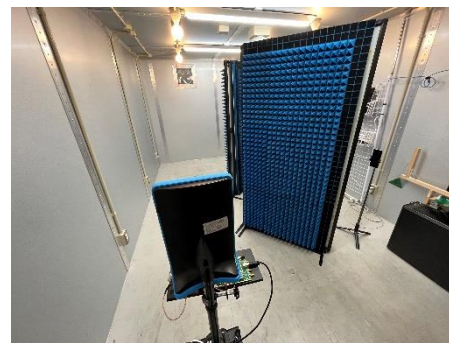
- **実験環境2**

- 障害物がある実験環境
- 各端末の前方にパネルを設置
  - 地点 1・3
    - 1つの端末のみ電波が遮られる状態
  - 地点 2
    - どちらの端末も電波が遮られない状態

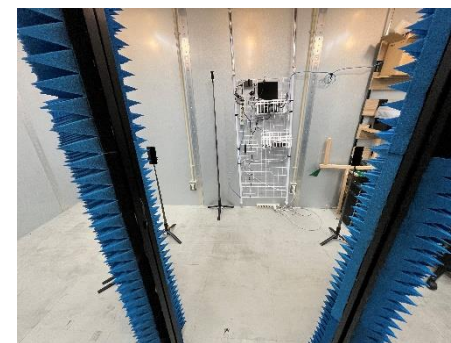
電波シールド室（上面図）



実験環境2



地点1



地点2



地点3

実験環境2の写真

# 移動基地局の制御の様子

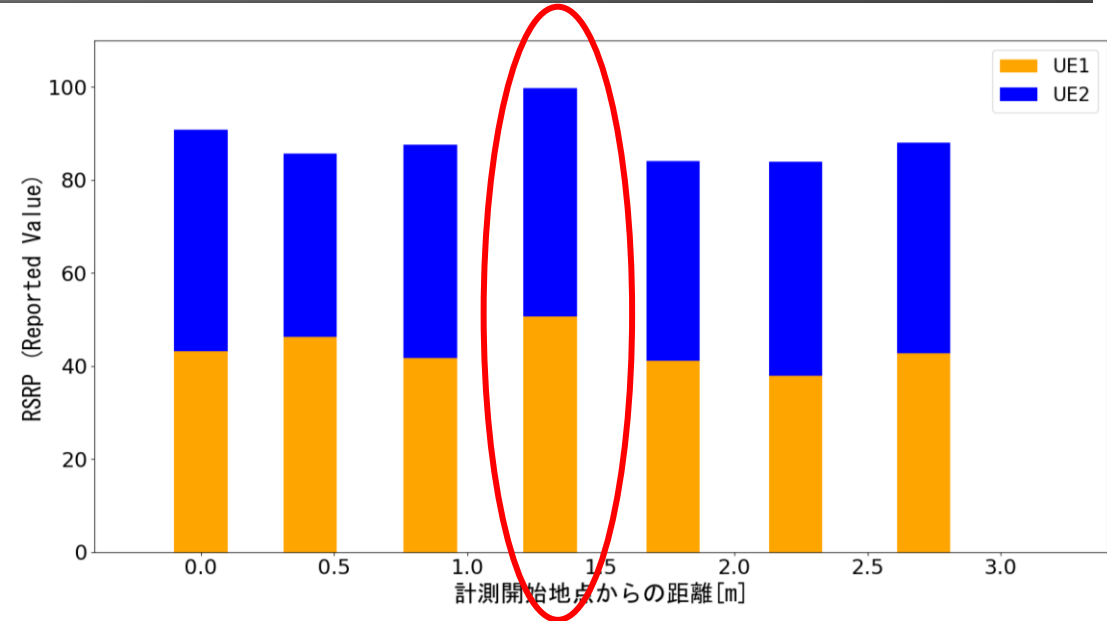


## ● 実験結果

- 電波マップ作成
  - 観測により得られた RSRP の合計値が最大となる地点：  
計測開始位置から約 1.36 m
- 移動制御結果
  - 移動制御後の移動基地局の到達地点：約 1.41 m
  - 同様の実験を計 3 回実施した結果、  
0.05m、0.12 m、0.09 m の位置の相違
  - **すべての試行で、どちらの端末とも電波が遮られない位置に移動**



- 端末の受信信号強度に基づく移動制御が可能
  - 合計値の最大化だけでなく、最小値の最大化なども可能に



作成された電波マップ



移動制御後の移動基地局の位置



- **電波環境センシングを用いた電波マップの作成による小型5G移動基地局の移動制御手法実験の実施**
  - Measurement Report 機能を用いた端末の受信信号強度の取得による移動基地局の移動制御の実現
    - 受信信号強度の合計が最大となる地点への移動制御を確認
- **今後の課題**
  - 受信信号強度の分散を考慮した移動制御手法の考案
    - 分散を考慮することにより、端末に対してより公平な電波環境を提供
  - 電波環境センシング及び移動制御を2次元に拡張
    - 2次元的な移動により電波環境を捉え、2次元空間を移動制御する手法を考案
    - 将来的には移動体としてドローン等の飛行体を利用し、3次元的な移動制御を実現
  - 実験試験局免許を取得し、実地での検証を実施