

## BLEを用いた屋内測位に関する研究

システム科学技術学部 知能メカトロニクス学科

1年 秋葉 蓮

指導教員 システム科学技術学部 知能メカトロニクス学科

助教 秋元 浩平

### 1 はじめに

現代ではIoT (Internet of Thing) や5G (5th generation) 通信など、情報技術が急速に発展したことで、かつてのように軍事分野など限定された利用だけでなく、日常生活においても広く通信技術が用いられるようになった。加えて、株式投資や為替取引を行ううえで、リアルタイム性が重視されるアプリケーションの登場や制作技術の向上による大量の情報を扱うアプリケーションの普及などによって、通信を介してやりとりされる情報の量は日々増え続けている。これによって通信技術は一般の人々にとっても必要不可欠となり、今日でも常にその重要性は増している。特に位置情報測位技術を利用したアプリケーションの普及はめざましく、ナビゲーションアプリ、位置情報を用いたゲーム、ショッピングモールや駅構内などにおけるAR (Augmented Reality) 広告などは我々にとって身近で、なくてはならない存在となっている。しかし、測位技術の代表的な例であるGPS (Global Positioning System) は原理的に4機以上のGPS衛星が見えている必要があり、屋内での使用は難しい。また、スマート農業分野における田植え機や稲刈り機の自動運転にもRTK-GNSS (Real Time Kinematic-Global Navigation Satellite System) という測位衛星と地上に設置した基準局の二つを用いて高い精度で位置情報を取得するシステムが用いられているが、これは非常に高価であり、スマート農業分野における課題ともなっている。屋内測位技術の一つとして電波の強度 (RSSI: Reserved Signal Strength Indicator) を用いたものがある。図1にRSSIを用いた測位技術の概念を示す。A, B, Cは送信機であり、赤点が受信端末である。受信端末は送信機から放射される電波のRSSIを測定する。一般に、障害物がなければRSSIは伝播距離に応じて同心円状に小さくなるため、三つ以上の送信機からの電波を観測することで受信端末の位置の特定が可能となる。

本稿ではBluetooth規格の一つであるBLE (Bluetooth Low Energy) のRSSIを用いた屋内測位システムについて実測と計算機シミュレーションの両方から検討した結果を報告する。

以下、本稿の構成を示す。2章ではGI-604の部屋をモデル化し、計算機シミュレーションによりBLEのRSSIの減衰特性を求める。3章では実際にGI-604にBLEビーコンを設置し、スマートフォンでRSSIを測定する。

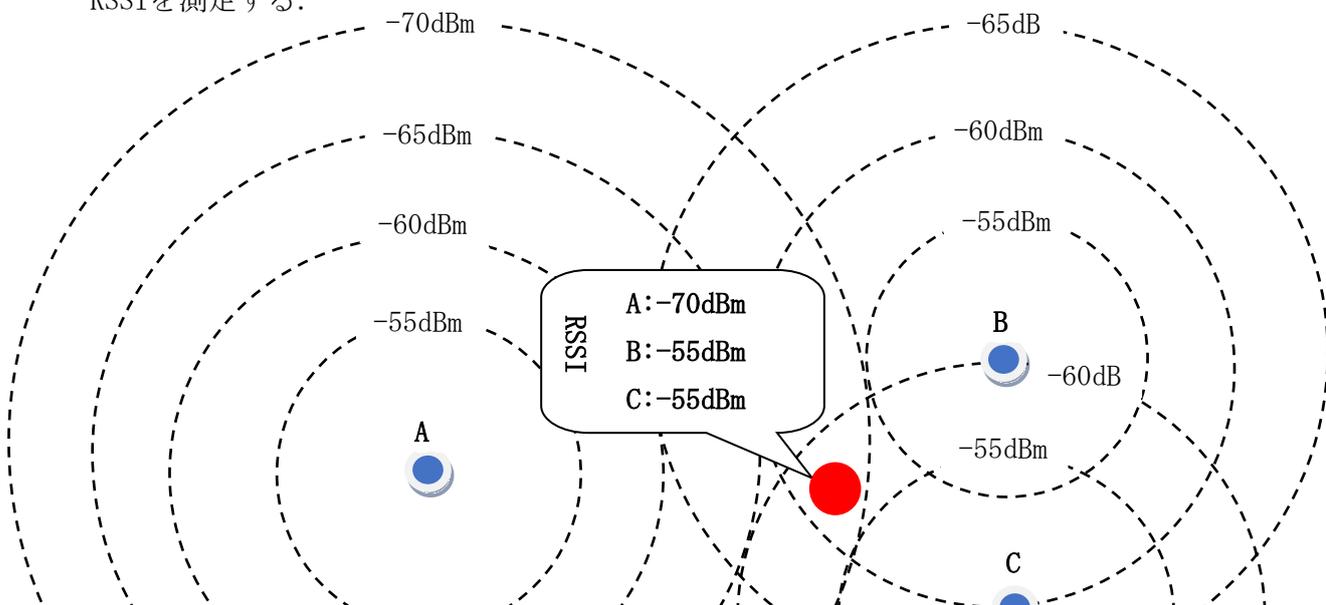


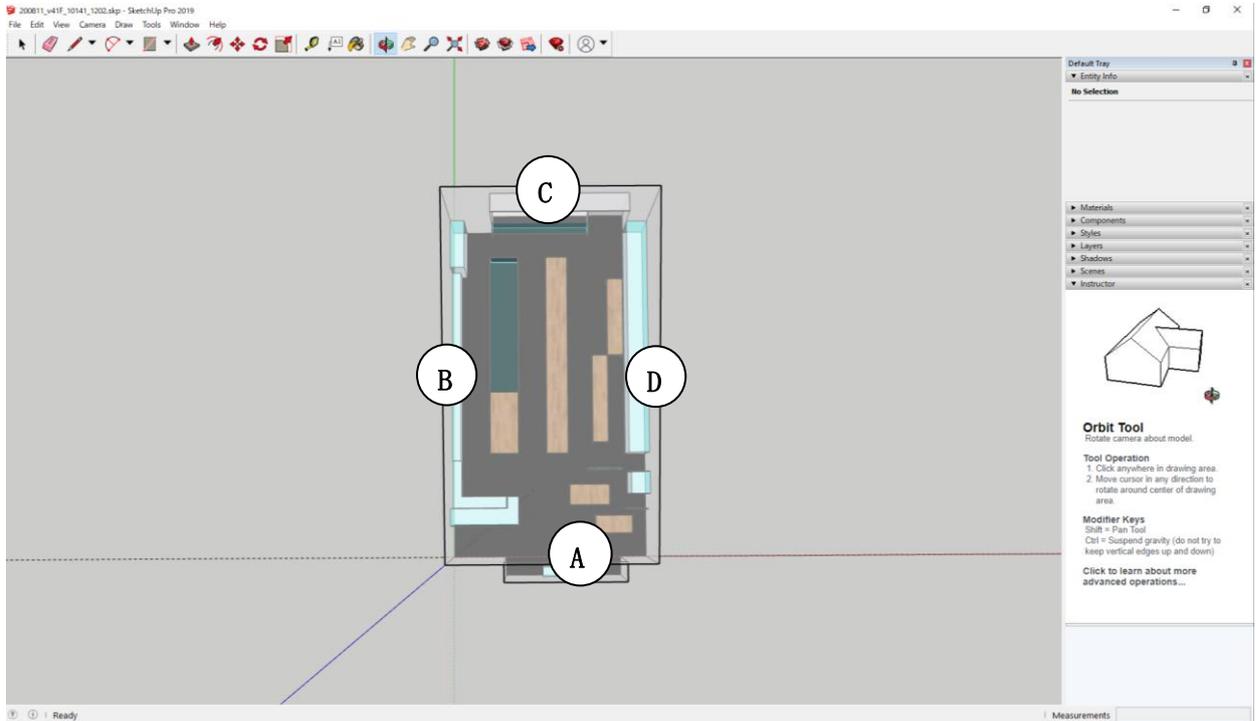
図1 RSSIを用いた測位技術の概念

## 2 計算機シミュレーション

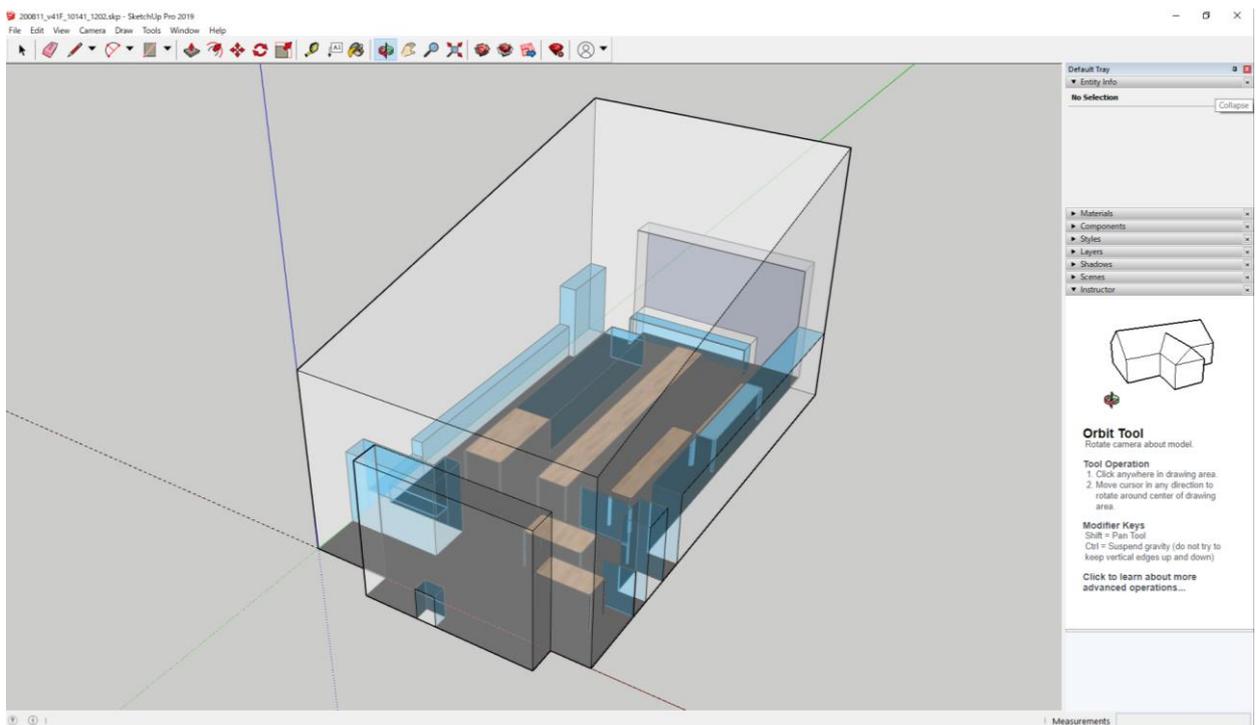
本章では計算機シミュレーションによりGI-604での電波の伝搬特性を検討する．シミュレーションモデルは3D CAD(Computer-Aided Design)ソフトのSketchUpで作成し，レイトレーシング法を用いる電波伝搬シミュレーションソフトRapLabにより算出する．

### 2.1 モデルの作成

図2にGI-604のシミュレーションモデルを示す．材質について，壁および柱は石膏ボード，床はコンクリート，戸棚，ロッカー，一部の机，机の脚，冷蔵庫はスチール，机の天板は木とした．なお，窓枠は再現せず，材質は一面をガラスとした．



(a) 上からみた図（送信点位置を記載）



(b) 俯瞰図

図2 GI-604モデル

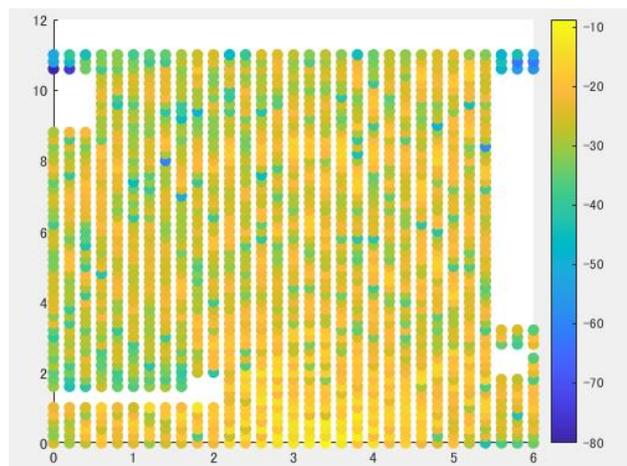
## 2.2レイトレーシングシミュレーション

表1にシミュレーション諸元を示す. 中心周波数は BLE ビーコン2.4GHzとした. 送受信アンテナは理想的な虫構成アンテナとし, その利得は 0 dBiとした.

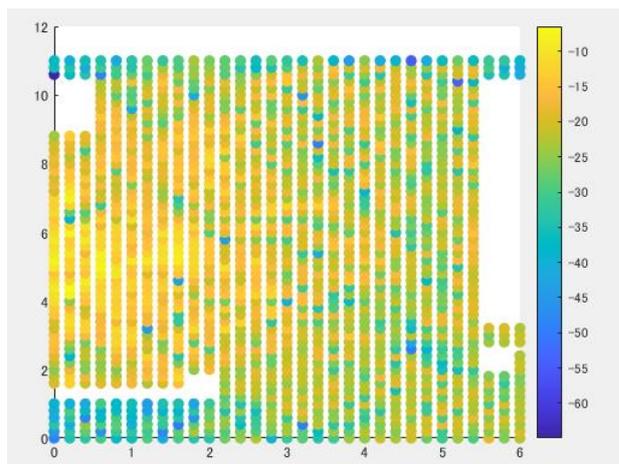
図3に RSSI 特性のシミュレーション結果を示す. 図3 (a) , 図3 (b) , 図3 (c) 図4 (d) はそれぞれ図に記載された送信点の位置A,B,C,Dに対する結果である. RSSIが大きい場所から黄色で示され, RSSI が小さくなるにつれて緑から青に変化している. 本結果から, 送信点からの距離に応じて RSSI が徐々に小さくなっていることが確認できる. また, 送信点から放射状に RSSI の大小の縞が見られるが, これは送信点からの直接波と送信点近傍の壁からの反射波が干渉し合って発生する.

表 1 計算機シミュレーション諸元

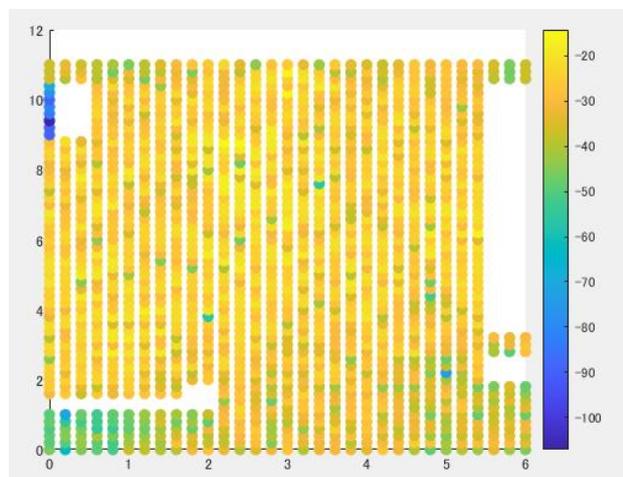
中心周波数	2.4GHz
送信電力	0 dBi
送信アンテナ利得	0 dBi
受信アンテナ利得	0 dBi
反射上限回数	2
透過上限回数	1
回折上限回数	1
総条件回数	3



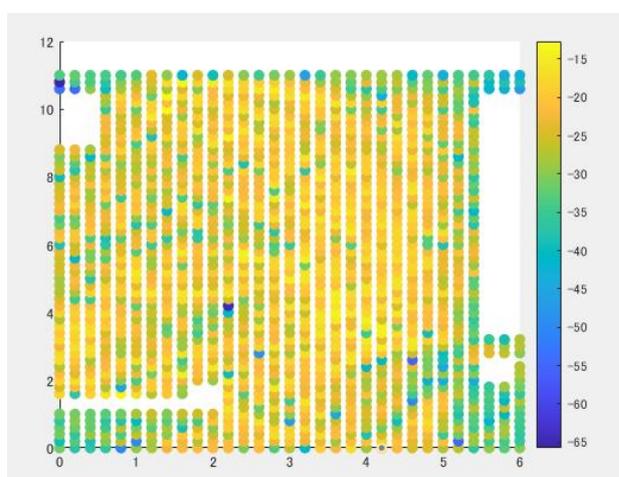
(a) 送信点 A



(b) 送信点 B



(c) 送信点 C



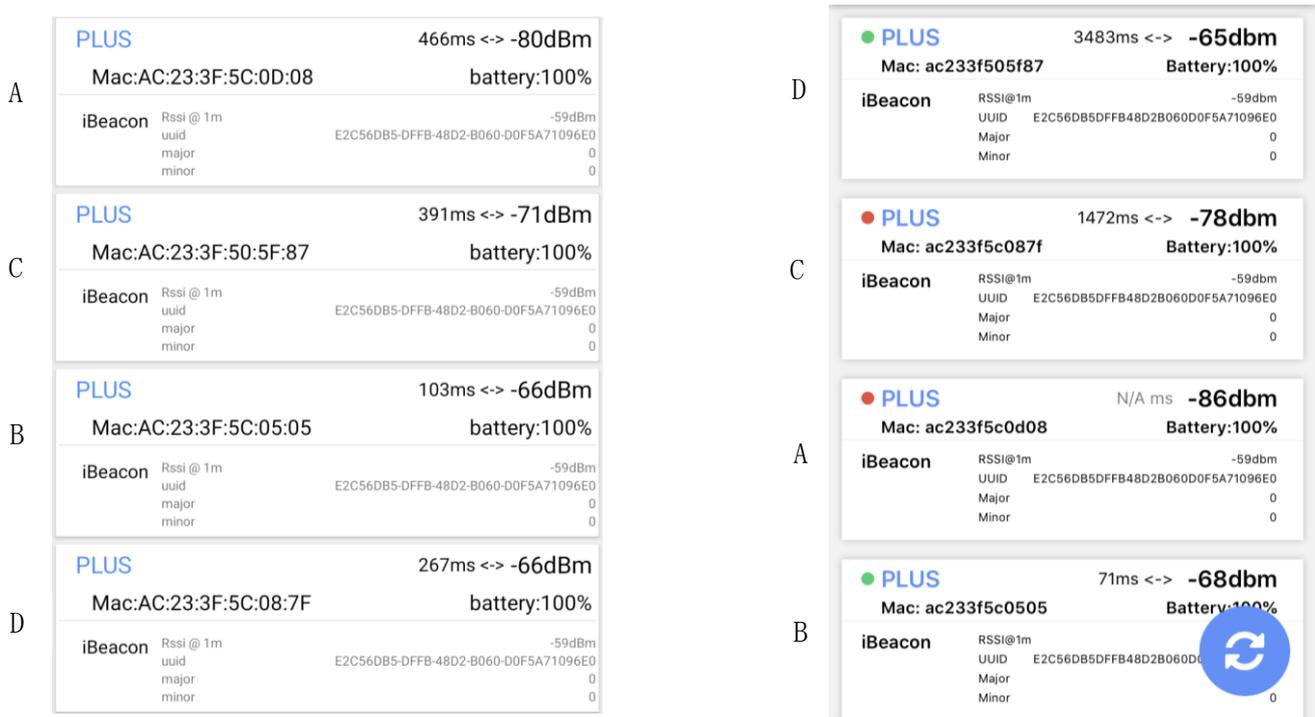
(d) 送信点 D

図 3 計算機シミュレーション結果

### 3 BLEビーコンを用いた実験

図2 (a) に示した1, 2, 3, 4に相当する場所に BLE ビーコン送信機を設置し, その際の RSSI を受信端末 (AndroidおよびiOSスマートフォン) を用いて測定した. 図4 (a) および (b) は受信端末上で RSSI の計測値である. BLE ビーコン送信機からの RSSI (単位 dbm) が取得できていることがわかる.

しかし, 今回の実験で得たシミュレーション結果と実測値はともに相対値であり, 加えて実測値の基準となる送信電力の値が不明なため, 比較によって位置を推定することができなかった. そのためシミュレーションと実測において双方の条件を合わせ, 比較して位置が推定できるように設定することが今後の課題である.



(a) RSSI の値 (Android端末)

(b) RSSI の値 (iOS 端末)

図4 測定結果

### 4 まとめ

BLE (Bluetooth Low Energy) を用いた屋内測位システムについて検討を行った. 部屋に設置した複数の BLE ビーコン送信機からの電波の強度 (RSSI:Reserved Signal Strength Indicator) を計測し, レイトレーシング法を用いた計算機シミュレーション結果と比較することで屋内測位システムの実現可能性を明らかにした.