

# スマートフォン等が発するBLE信号を 利用した近接関係の認識による 屋内位置推定

千葉大学 大学院工学研究院 情報科学コース  
教授 塩田 茂雄

2022年10月20日

## 屋内位置推定

GPSの電波が届かない屋内（施設内や地下街など）において、現在地の情報を取得する技術。

- 地下街，展示会場などでの自分の位置の把握
- 病院内の患者の居場所の把握
- 工場内の作業者・ロボットの位置管理
- 倉庫内の在庫品管理，など

## 屋内位置推定の既存技術

- ・ 予め設置した機器が発する電磁波を利用  
BLEビーコン, Wi-Fi, UWB
- ・ スマホの加速度センサ, ジャイロセンサ等を利用  
歩行者自律航法 (Pedestrian Dead-Reckoning: PDR)
- ・ その他  
可視光測位, 音波測位, 地磁気測位, IMES

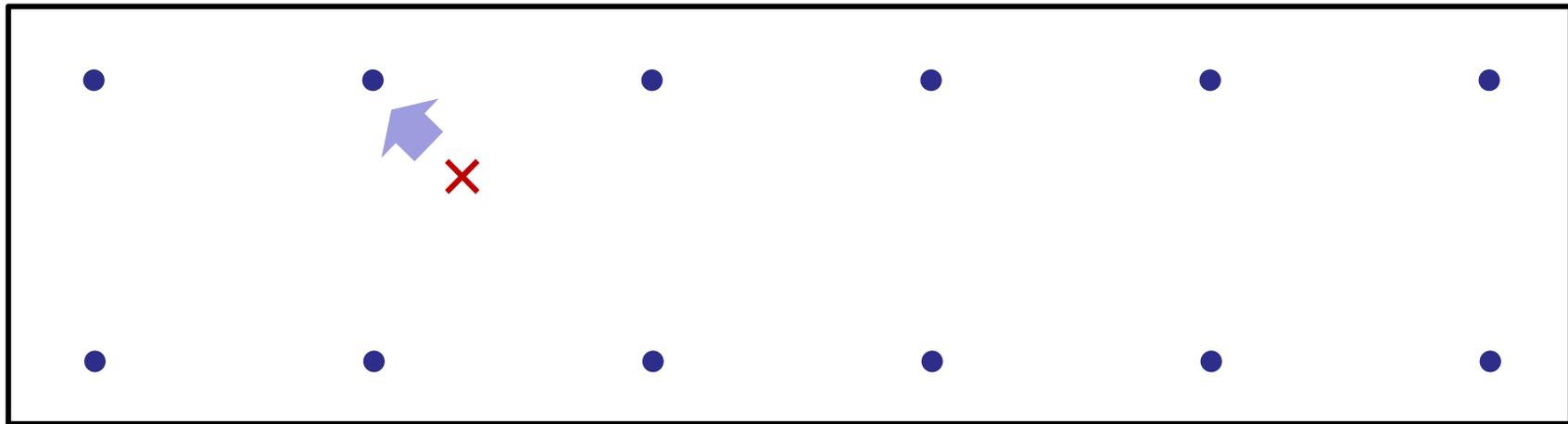
# BLEビーコンを用いた屋内位置推定

複数のBLE ビーコン (Bluetooth Low Energy (BLE) を発する装置) を屋内に置き、測位対象が受信するBLEビーコンからの信号強度などに基づいて、位置を推定する方法。

- ・最近接方式
- ・多辺測量方式
- ・フィンガープリンティング

## 従来技術：最近接方式

受信した信号の強度が最も大きい（最も近い）BLEビーコンの位置を現在位置とするもの。

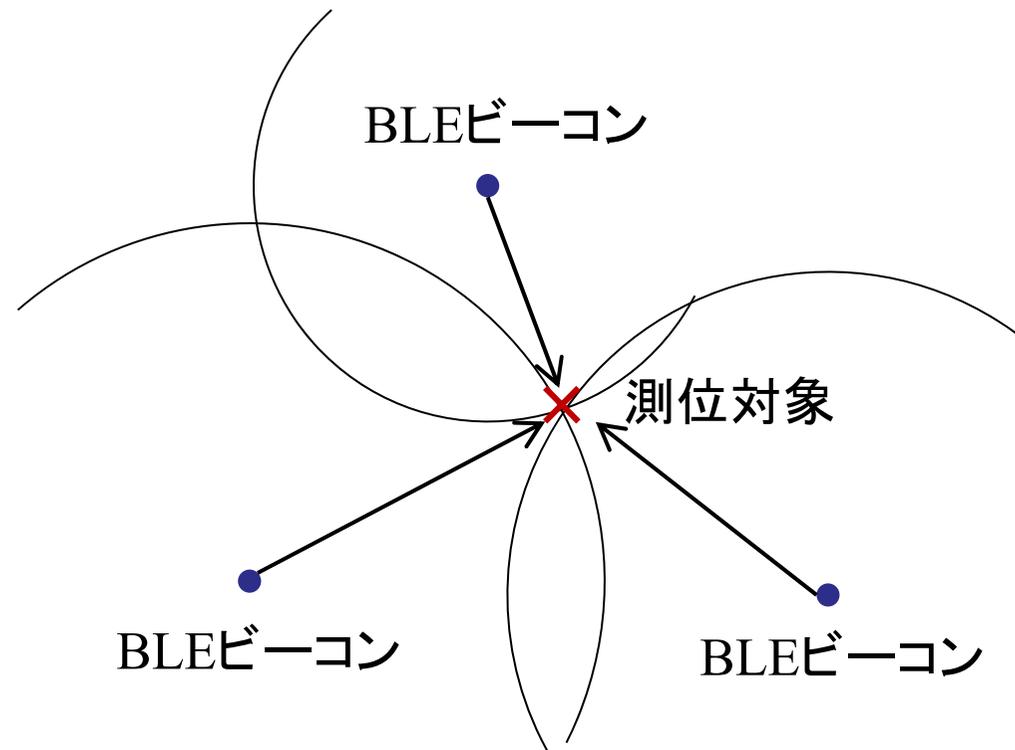
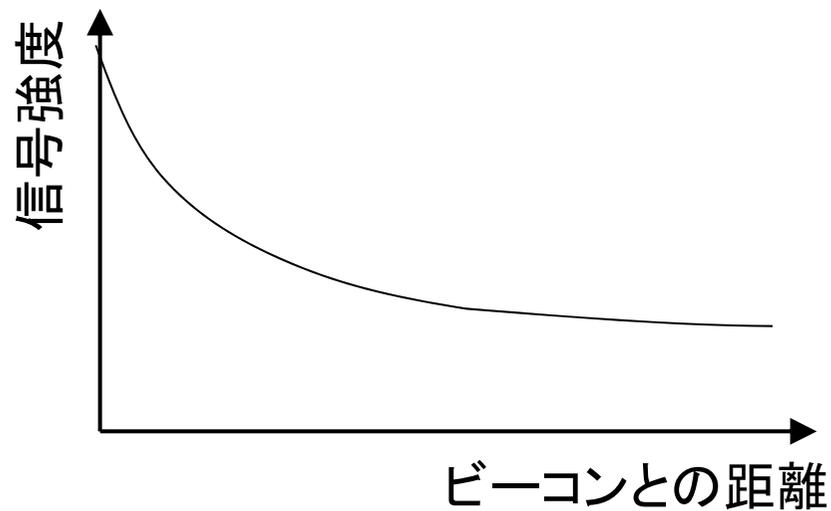


● BLEビーコン

× 測位対象

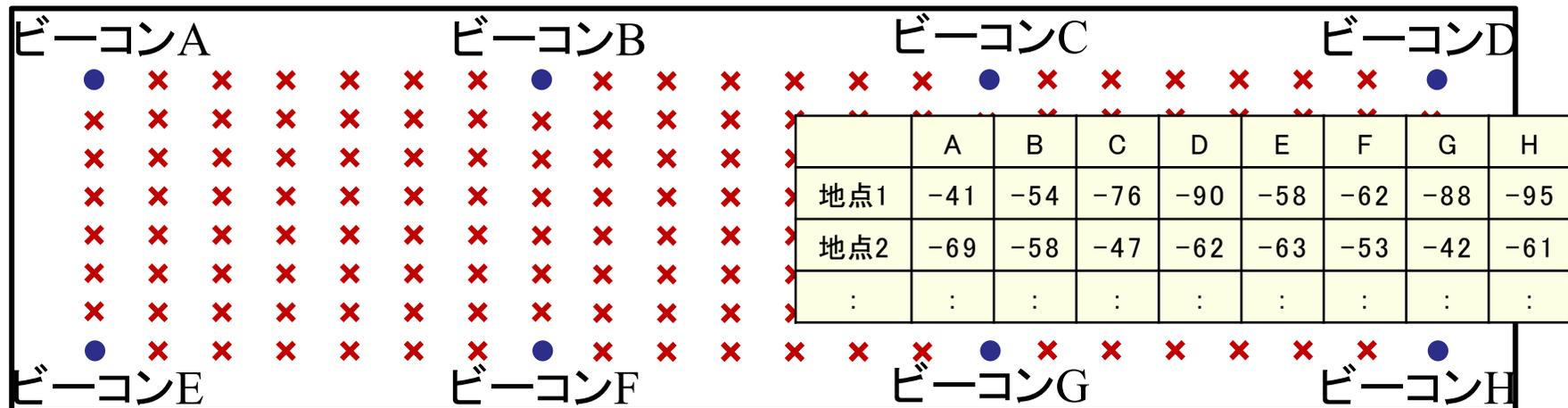
## 従来技術：多辺測量方式

受信信号強度に基づいてBLEビーコンとの距離を求め、多辺測量により位置を推定するもの。



# 従来技術: Fingerprinting

屋内の各地点で各BLEビーコンからの信号の強度を調査してデータベース化しておき，データベース上の最も似た場所により位置を推定。



× 調査地点

## 従来技術の欠点

- ・最近接方式: 測位精度の向上のためには, 多数のBLEビーコンの配置が必要.
- ・多辺測量方式: 信号強度に基づくBLEビーコンとの距離の正確な推定が困難.
- ・フィンガープリンティング: 事前調査の手間がかかる. 事前調査結果と実際の信号強度が異なる場合がある(多数の人がいる場合など).

# 提案技術

BLEビーコンベースの屋内位置推定手法.

従来技術との差異:

- ・スマートフォン等が発するBLE信号も利用  
(スマートフォンもBLEビーコンになる)
- ・近接関係を通して測位を行う

# 提案技術の特徴1: スマホが発するBLE 信号の利用

スマホはBLE信号を送受信する機能を持つことに着目し、屋内に予め配置したBLEビーコンに加えて、屋内の歩行者が携帯する**スマホが発するBLE信号を測位に利用**する。

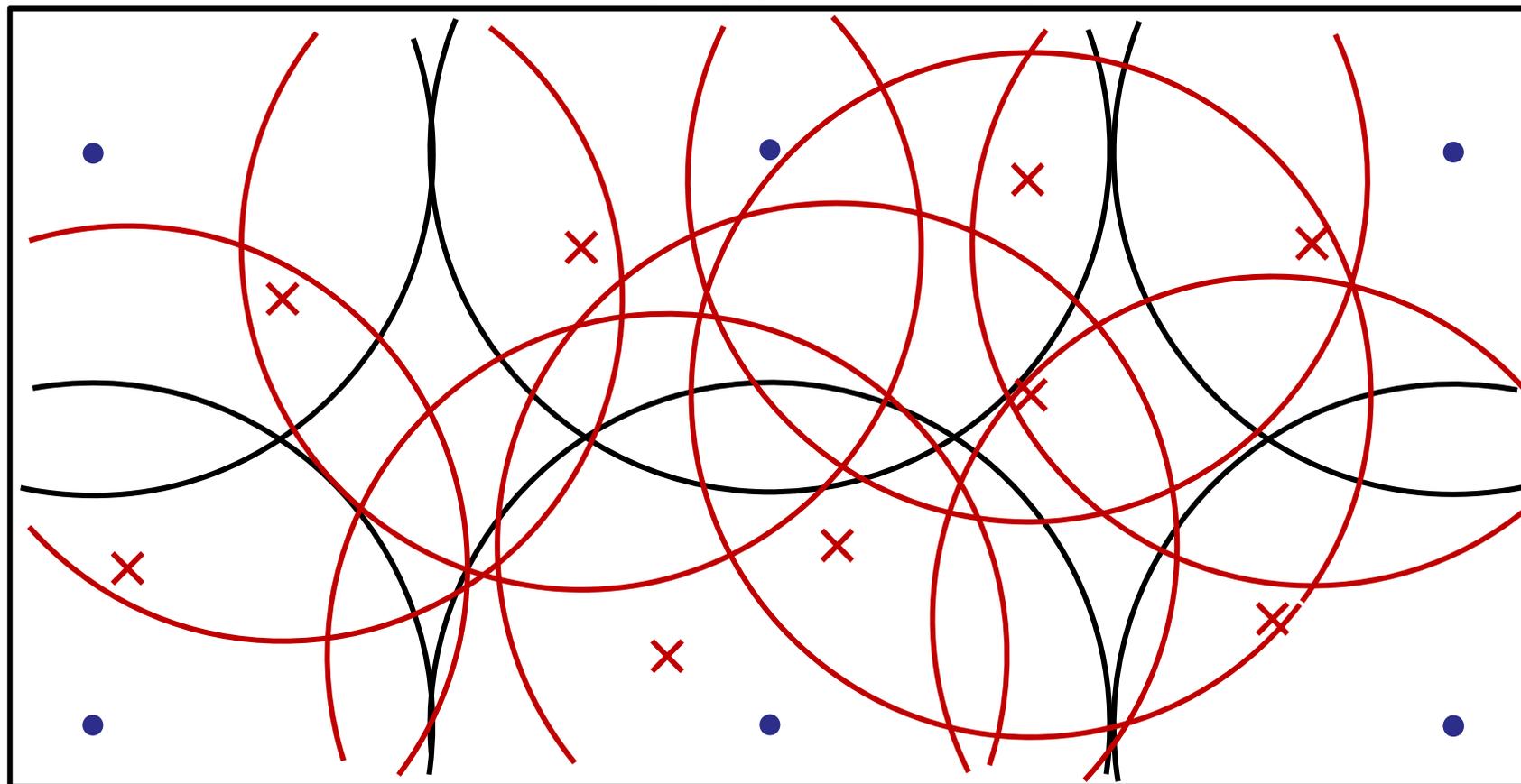
## 提案技術の特徴2: BLEビーコンとスマホ 間の近接関係の利用

BLEビーコンとスマホが発するBLE信号を利用して、BLEビーコンとスマホ間の近接関係（自分の近くにどのBLEビーコンやスマホがあるかという情報）に基づき、測位を行う。

# 提案技術の概略1

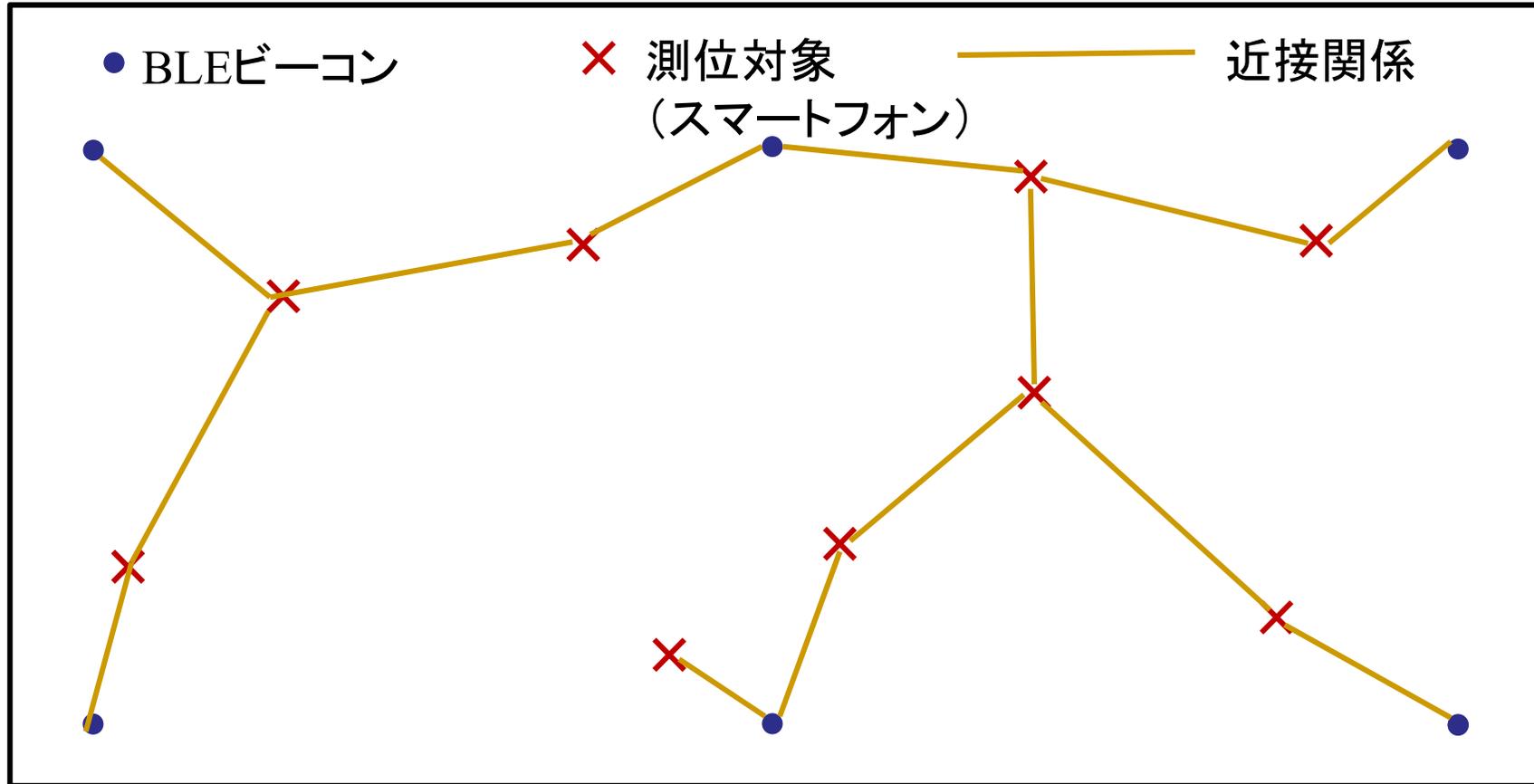
● BLEビーコン

× 測位対象(スマートフォン)



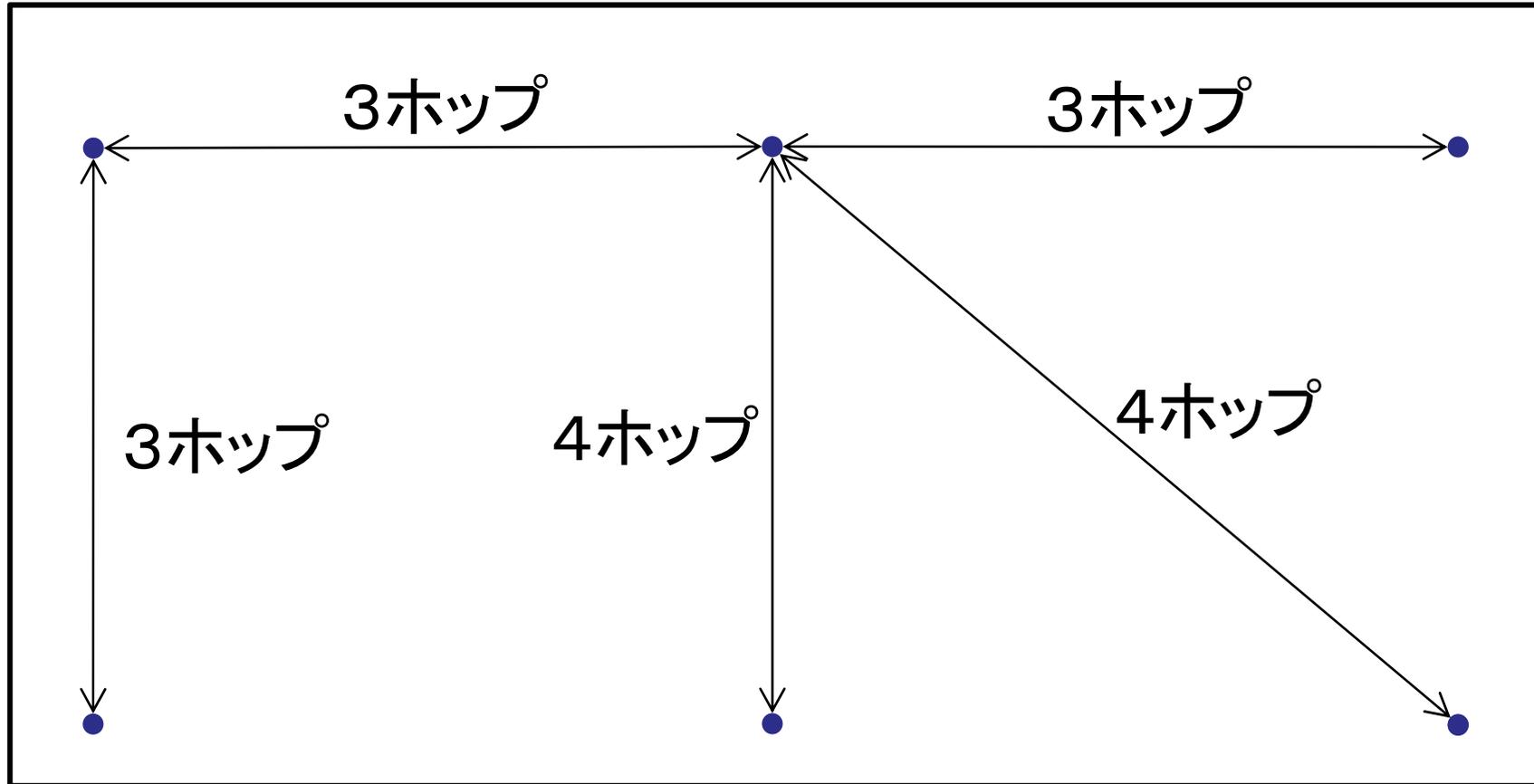
BLEビーコンとスマートフォンが相互にBLE  
信号を送受信する

## 提案技術の概略2



一定の強度以上の信号を受信した際には、「近接している」と認識する。

## 提案技術の概略3



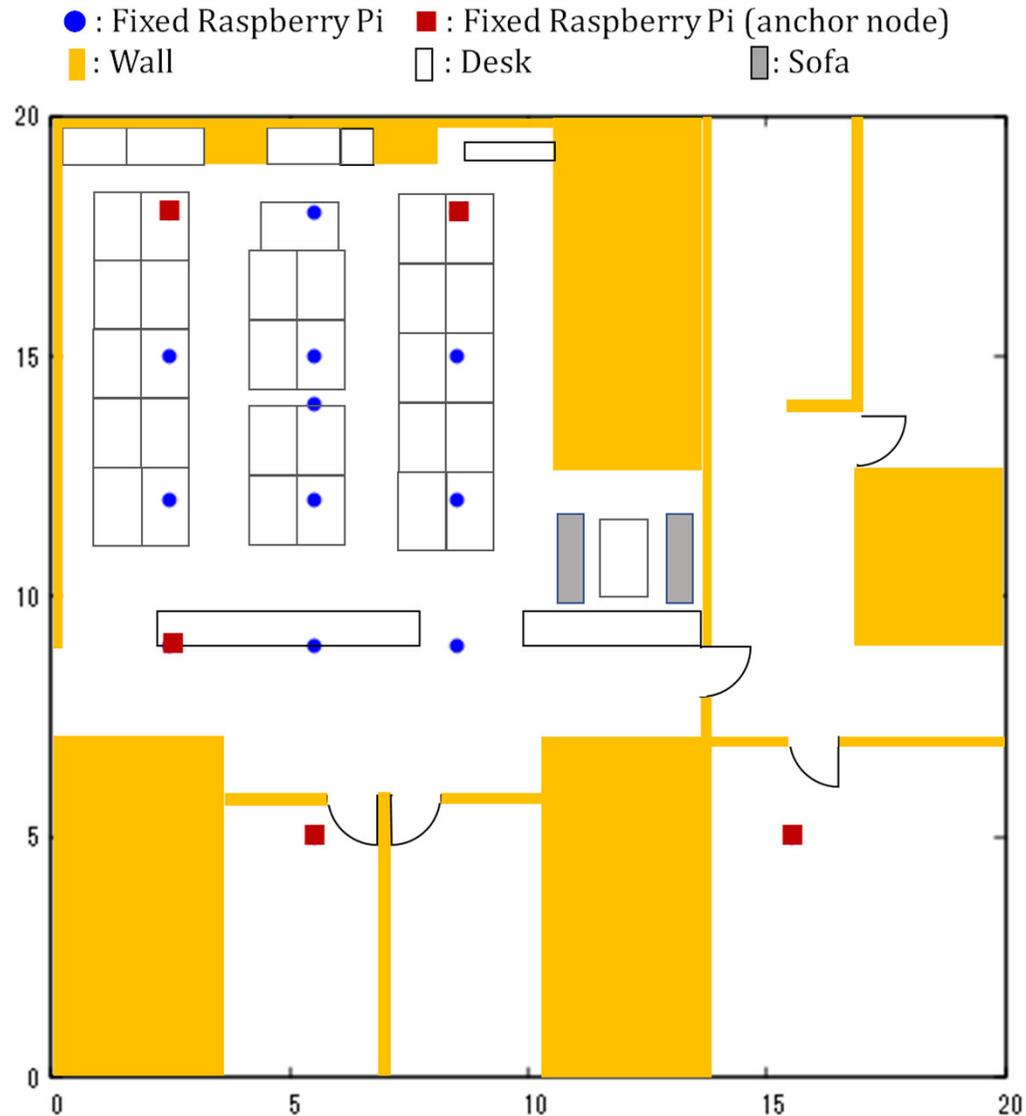
既設のBLEビーコンの位置とホップ数から、  
1ホップあたりの距離を見積もる。



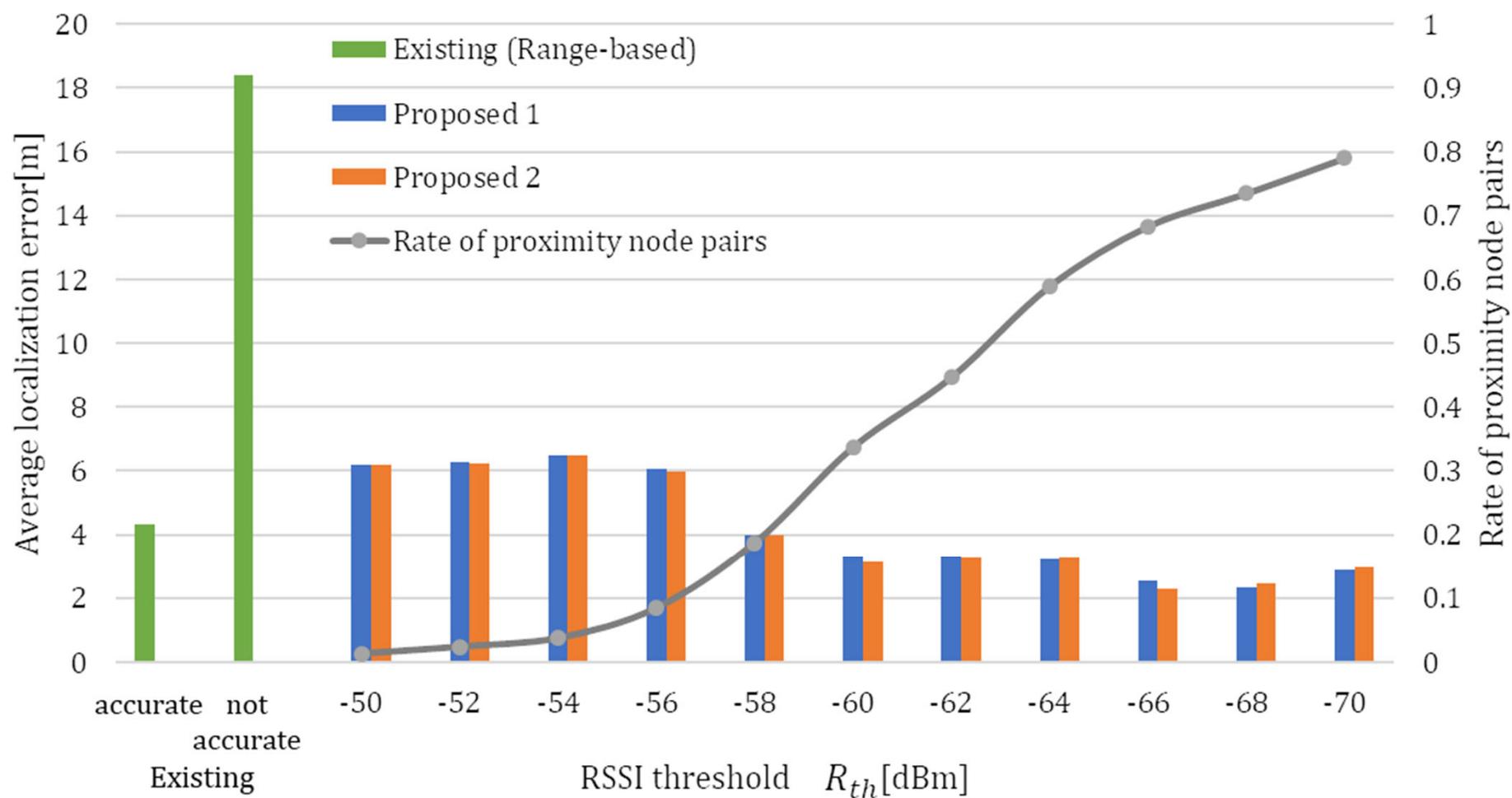
## 従来技術との比較

- 比較的少数のBLEビーコンの設置で済む。  
(最近接方式と比して)
- 信号強度からBLEビーコンとの距離を推定する必要がない。  
(多辺測量方式と比して)
- 事前調査の手間がかからない。  
(Fingerprintingと比して)

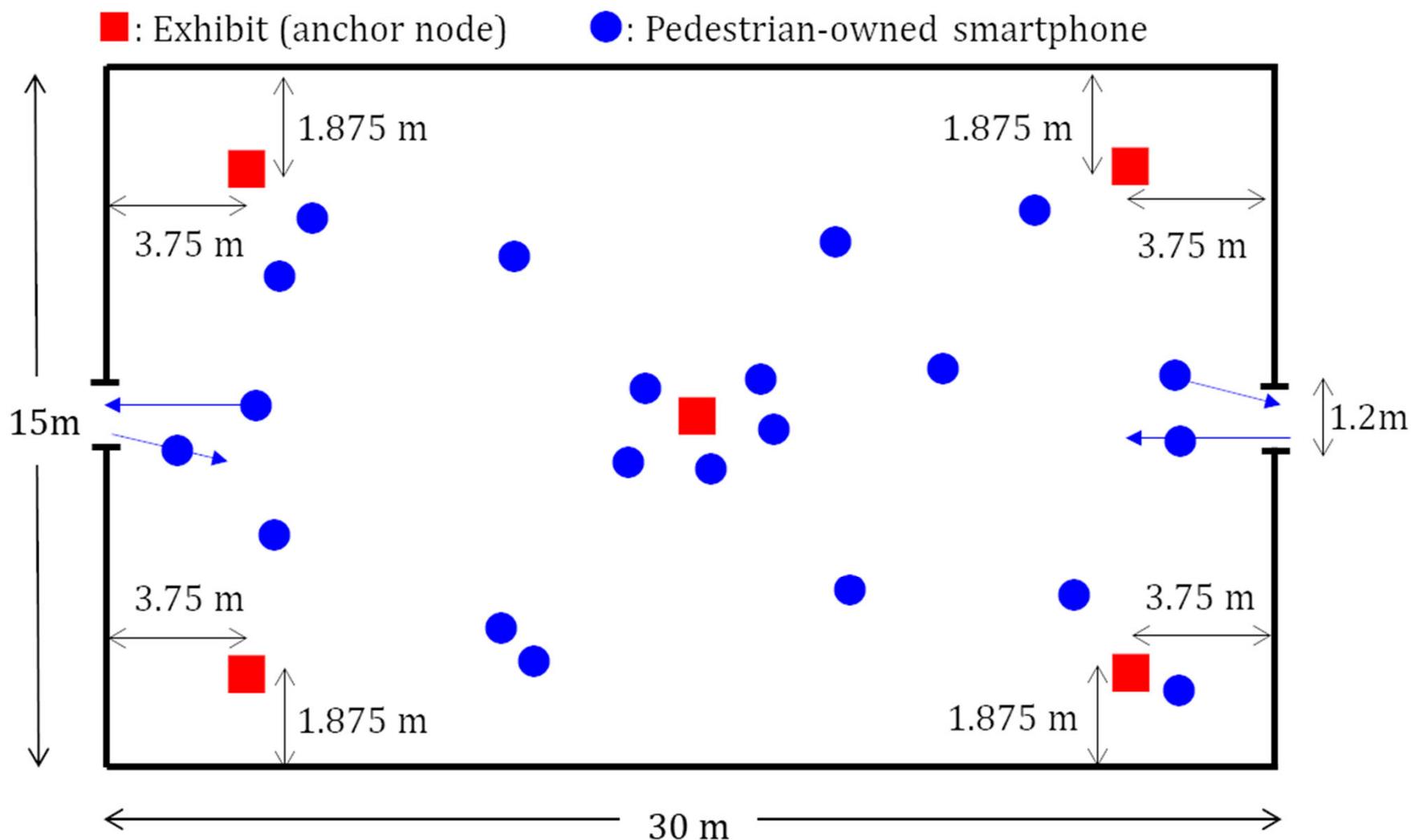
# 実機実験による精度検証



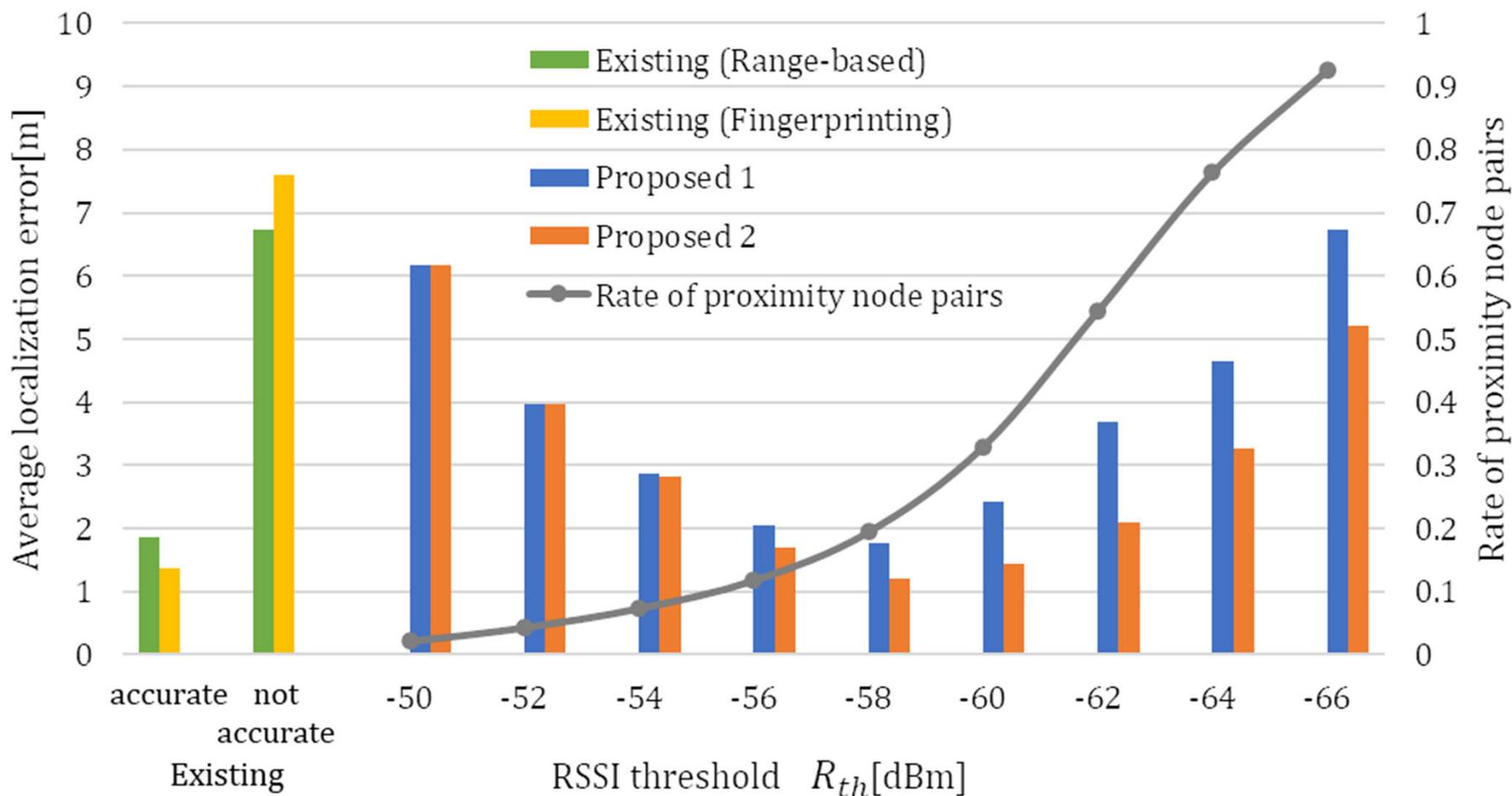
# 実機実験による精度検証



# シミュレーションによる精度検証



# シミュレーションによる精度検証



## 想定される用途

屋内に複数の測位対象が同時に存在する場合に有効。例えば、

- 病院内の患者の位置推定（患者にBLE信号を送受信できる端末を携帯させる）
- 工場内の複数台のロボットの位置推定
- 展示会場等における来場者の位置推定

## 実用化に向けた課題

- 近接認識のための信号強度に関する閾値(近接閾値)が測位精度に関係する。近接閾値を適応的に制御する手法を検討中。
- 動き回る対象に対する推定精度は未検証。
- BLEビーコンが見通し外にしかないような(形状が複雑であったり, 多数の壁があったりする)屋内での精度も未検証。

## 企業への期待

- 現時点では直ちに利用できる技術ではなく、実用化に向けた課題が残っていますが、屋内位置推定技術の利用を検討されている場合には、その用途に合わせて技術開発していくことも可能ですので、ご相談をいただければと思います。

## 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 位置推定装置、位置推定システムおよび移動ノード
- 出願番号 : 特願2022-026000
- 出願人 : 千葉大学
- 発明者 : 塩田茂雄、白木詩乃

## 産学連携の経歴

- 2009年-2012年 NTTと共同研究実施
- 2014年-2015年 NECと共同研究実施
- 2021年 JST A-STEPトリアウトタイプに採択  
(接触情報の活用によるマイクロ人流データ計測技術の研究開発)

# お問い合わせ先

**千葉大学 学術研究・イノベーション推進機構**

**プロジェクト推進部門**

**TEL 043-290-3048**

**FAX 043-290-3519**

**e-mail [ccrcu@faculty.chiba-u.jp](mailto:ccrcu@faculty.chiba-u.jp)**