

地域自律型ワイヤレス見守りシステムを開発

ー ビーコン送信機を用いて認知症高齢者の徘徊対策を支援 ー

大阪市立大学 大学院工学研究科 准教授 辻岡 哲夫



大阪市立大学  
OSAKA CITY UNIVERSITY

## 背景

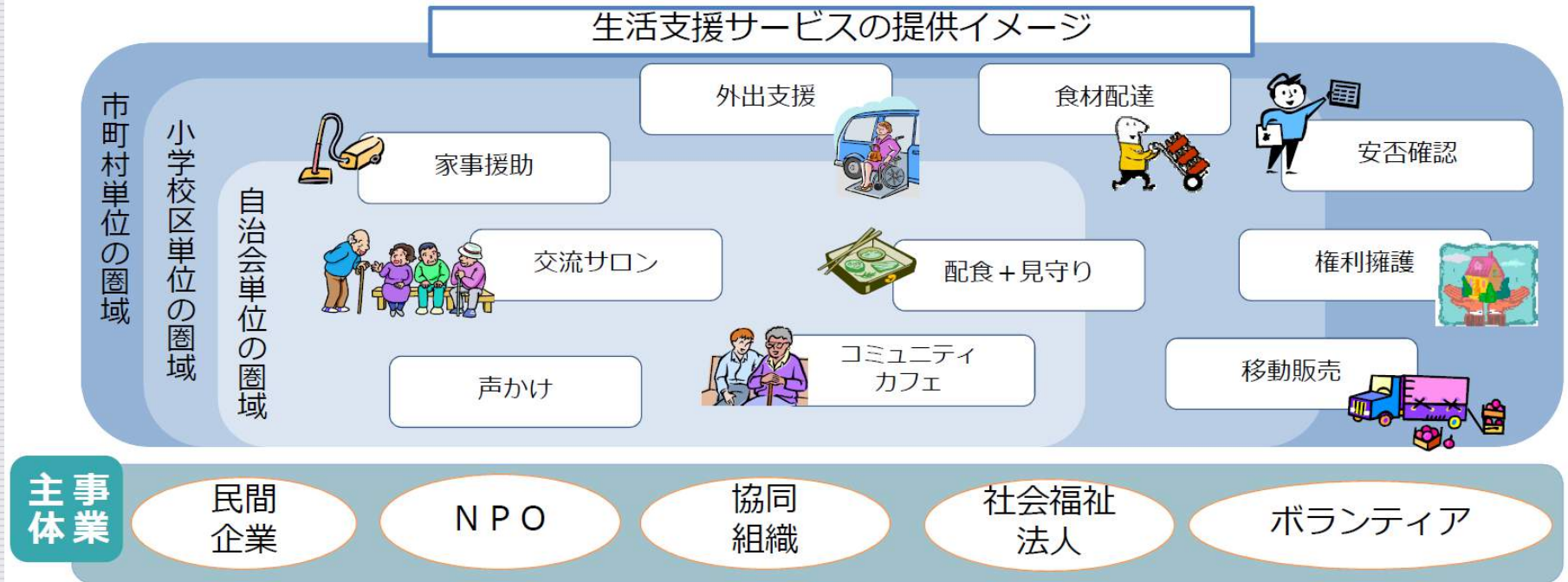
- 高齢化社会が進むにつれ、認知症の問題が顕著化
- 高齢者は、自宅から半径1km以内で発見されることが多い
- 医師不足，病床数不足から，ICT(情報通信技術)を活用した見守りシステムの開発が求められている
- 地域住民による見守り体制の確立が重要
- これらの状況に適合した新しいICTシステムが必要
  - 地域住民の自律的な活動を支援
  - 経済的で使いやすいシステム



# 2015年に介護保険制度が大きく変更

- 厚労省は「地域包括ケアシステム」構築を推進  
介護保険制度から「生活支援サービス」を分離  
市町村単位で介護予防・生活支援事業の実施を想定

## 生活支援サービスの提供イメージ



図の出典:「生活支援サービス…」 [http://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/hukushi\\_kaigo/kaigo\\_koureisha/chiiki-houkatsu/dl/link5.pdf](http://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/hukushi_kaigo/kaigo_koureisha/chiiki-houkatsu/dl/link5.pdf)  
 厚労省資料:「地域包括ケアシステム」 [http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/hukushi\\_kaigo/kaigo\\_koureisha/chiiki-houkatsu/](http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/hukushi_kaigo/kaigo_koureisha/chiiki-houkatsu/)

なぜこれまでは難しかったのか

- 地域住民の活動との連携が密ではなかった
  - 家族による見守り体制だけでは精神的な負担が大きい
- 利用者フレンドリーではなかった
  - 大きい, 重い
  - ランニングコストが高い
  - 高機能すぎる
  - GPSは屋内では使えない
  - すぐに電池が無くなる
- 研究開発者主導によるシステム構築だった
  - 過剰な規模・性能・機能になっていた

## 開発したシステムの特徴

- **地域生活支援サービス実施をサポート**
  - 企業主体ではなく、地域の自治会やNPOが主体となって見守り活動を行うことを支援する
- **920MHz帯特定小電力無線を中継網として活用**
  - 数km × 数kmの地域を見守ることに特化
  - 携帯電話網を使わない
  - 無線基地局を地域の各所に配置する  
(主に、利用者の自宅のベランダなどに配置)
  - それらが自動的に中継網 (ICT無線見守りネットワーク) を構成する
- **小型・軽量・長時間動作可能**



## 開発したシステムの構成

### • ビーコン送信機



- 定期的にビーコン信号を送信して居場所を知らせる
- 加速度, 気温・気圧, 方位を測定し, 歩数, 活動量を計算

### • 無線基地局

- ビーコン信号を受信し, 同時に受信電力を測る
- 受信時刻と受信電力を添えてサーバー装置に通知する
- 隣の基地局から届いた無線パケットを中継する

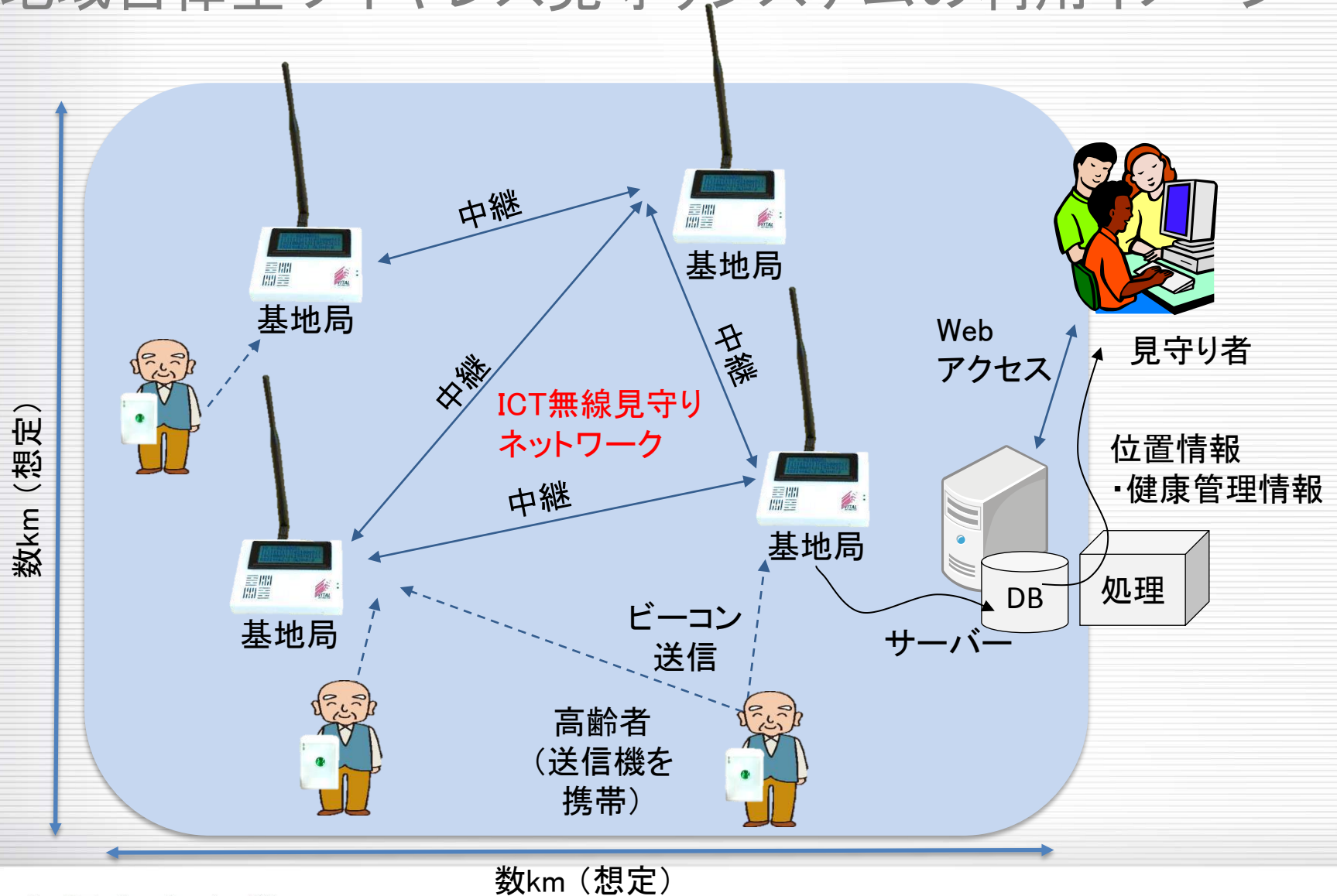


### • サーバー装置

- ビーコン信号を集める
- ビーコン送信機的位置(高齢者の位置)を計算する
- Webアクセスにより, 見守り者に情報を提供する

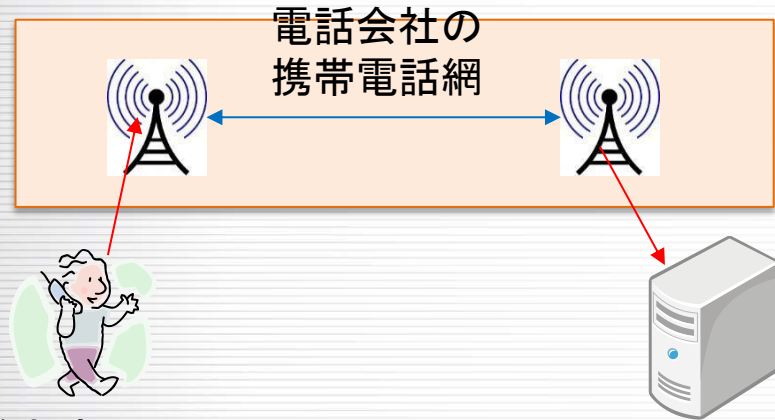


# 地域自律型ワイヤレス見守りシステムの利用イメージ



# 携帯電話網を使う場合との比較

## これまでのシステム



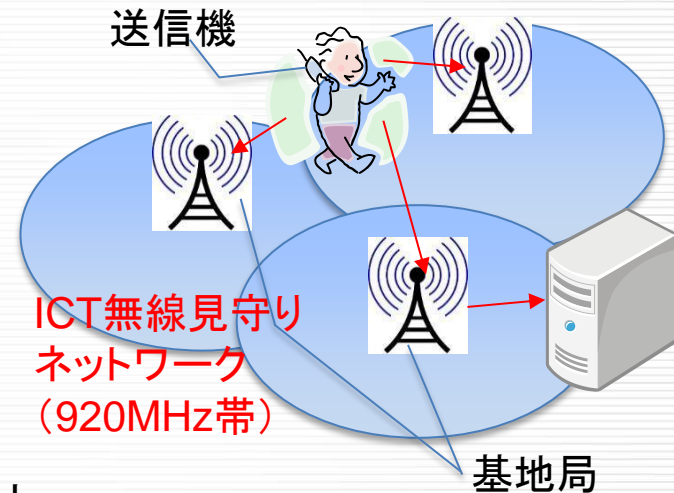
### メリット

- (1) 1台の無線基地局のカバレッジが広い
- (2) 例えばスマートフォンを使ったシステムの場合、既に利用者がスマートフォンを持っていれば、追加で持ち歩く機器が不要
- (3) アプリの導入のみでよい

### デメリット

- (1) 月々の利用料金が高い
- (2) 端末が重い
- (3) 動作可能時間が短い

## 本システム



### メリット

- (1) 通信料金がかからない
- (2) 端末(ビーコン送信機)は小型・軽量
- (3) 動作可能時間が長い(2週間以上@450mAh電池)

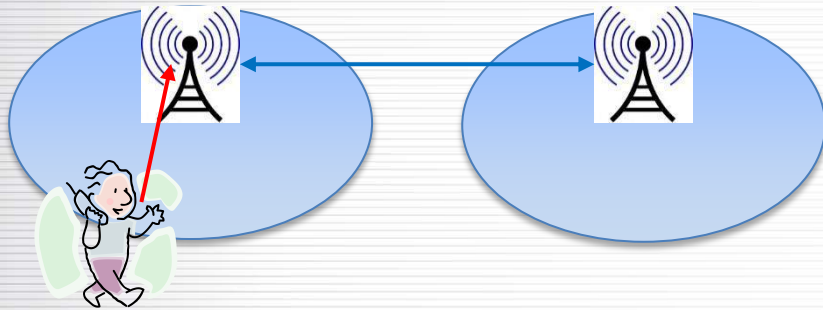
### デメリット

- (1) カバレッジが狭い, または, まだらになる
- (2) 無線基地局を利用者が助け合って設置する
- (3) スマートフォンのように万能ではない



# 基地局配置と位置推定の関係

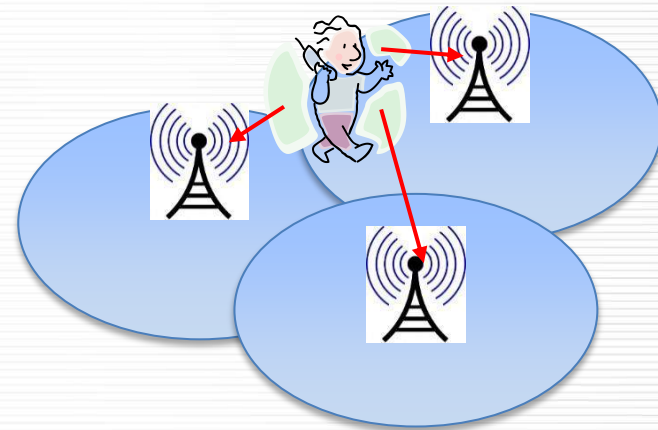
## これまでの無線見守りネットワーク



### 疎な基地局配置

「誰が」「いつ」「どの基地局の近くにいたのか」「その基地局からの距離」を検知できる

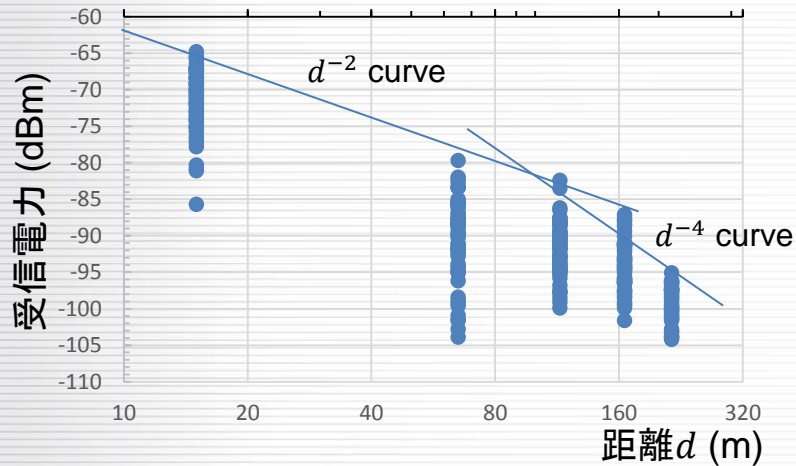
## 本システムの無線見守りネットワーク



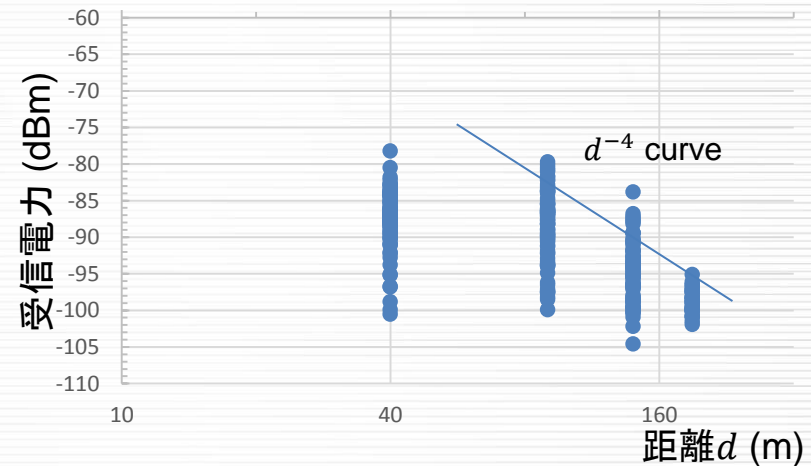
### 密な基地局配置

「誰が」「いつ」「どの基地局(複数)の近くにいたのか」  
**三点測量により、およその位置を検知**

# 受信電力から距離を知る (学内実験の結果より)



距離減衰特性(無線基地局A)



距離減衰特性(無線基地局B)

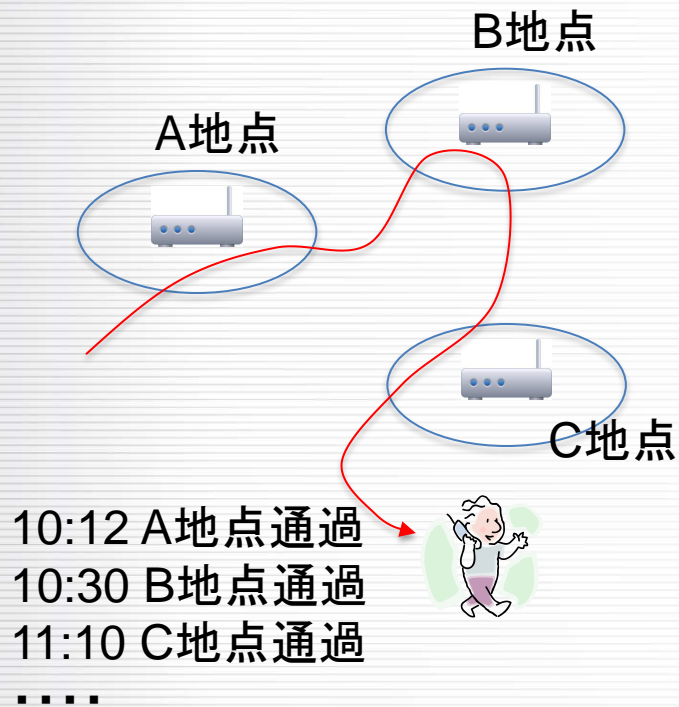
$$P_{RX} = P_{TX} \cdot \alpha \cdot \beta \cdot d^{-n}$$

$P_{RX}$ : 受信電力  $P_{TX}$ : 送信電力

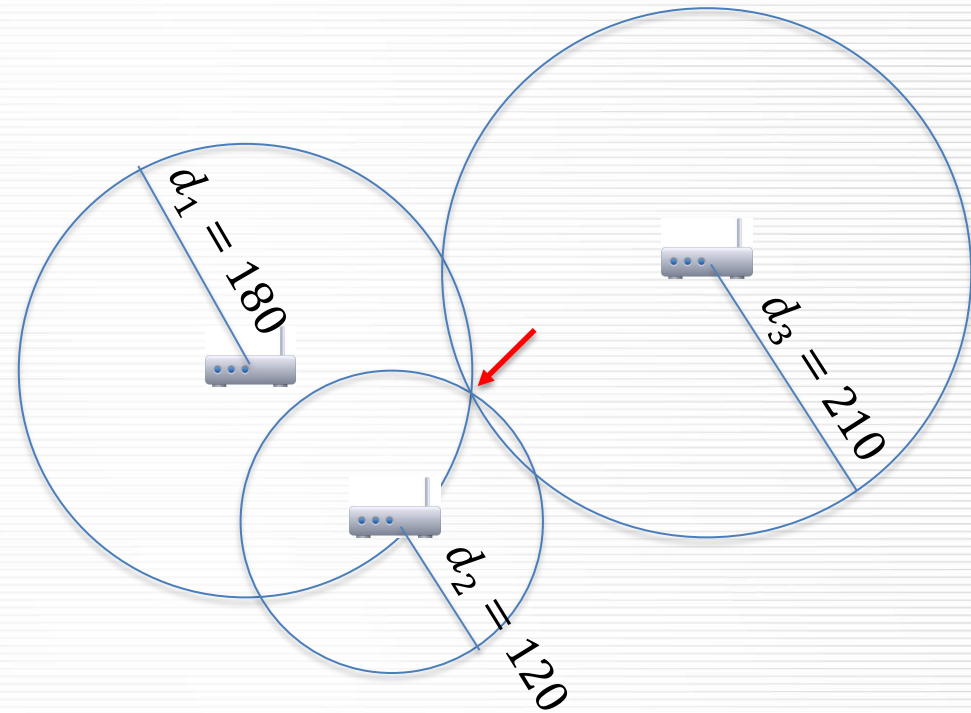
$\alpha$ : 係数  $\beta$ : 遮蔽の影響  $d$ : 距離  $n$ : Path Loss Exponent

# 距離から位置を知る

## 通過地点検出法



## 三点測量法



# 三点測量のイメージ(1) (学内実験の結果より)



※ この地図は、国土地理院発行の標準地図(25000)を使用したものである



# 三点測量のイメージ(2) (学内実験の結果より)



位置推定のRMSEは30~50mレベル  
履歴情報を使って改善が可能



# 無線基地局の設置のイメージ（学内実験時の例）



窓際(1)



窓際(2)



ベランダ



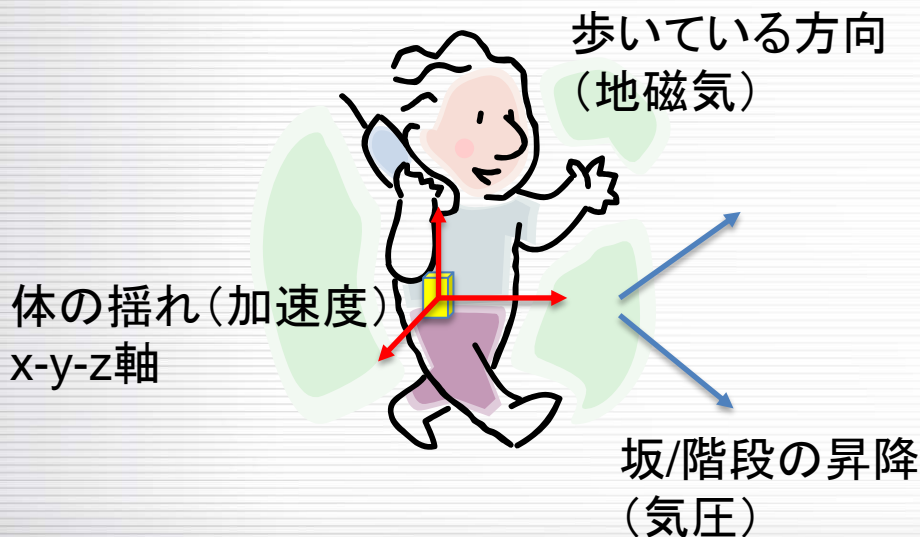
屋上

## 加速度センサー

- ビーコン送信機に**加速度/気圧/地磁気センサー**を搭載
- 加速度センサーは常時動作. 活動量計測と転倒検知を実現
- 加速度から活動量や歩数を計算

$$P[\text{kcal}/\text{min}] = M\{K_1E(|A|) + K_2E(|A|^2) + K_3E(|A|^3)\}$$

$M$ : 体重,  $A$ : 加速度ベクトル,  $K_x$ : 係数



運動	消費カロリー	METS
歩行	2~4kcal/min	2~4
速歩	5~6kcal/min	5~6
ジョギング	8~9kcal/min	7~8
走行	10kcal/min以上	8~9

# ビーコン送信機



ビーコン送信機の外観  
(110mAhバッテリー搭載機)

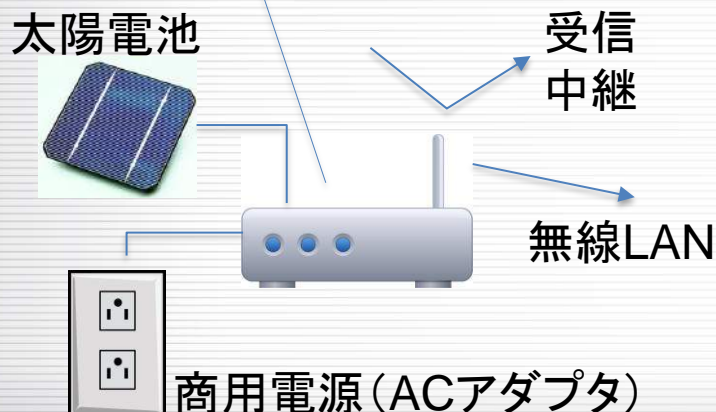
- 大きさ: 61 × 43.4 × 10.8mm
- 重さ: 22g (110mAhバッテリー重量を含む)
- 定期的にビーコン信号を送信
- 加速度・気温/気圧・地磁気センサーを搭載し, 活動量 (kcal/min), 歩数などを計測する
- 動作時間:
  - 約3日 (110mAhバッテリー時)
  - 約2週間 (450mAhバッテリー時)
  - 約1ヶ月 (850mAhバッテリー時)

※ ビーコン信号の送信間隔を調整すれば, 2~3倍に動作可能時間を拡大可能

# 無線基地局

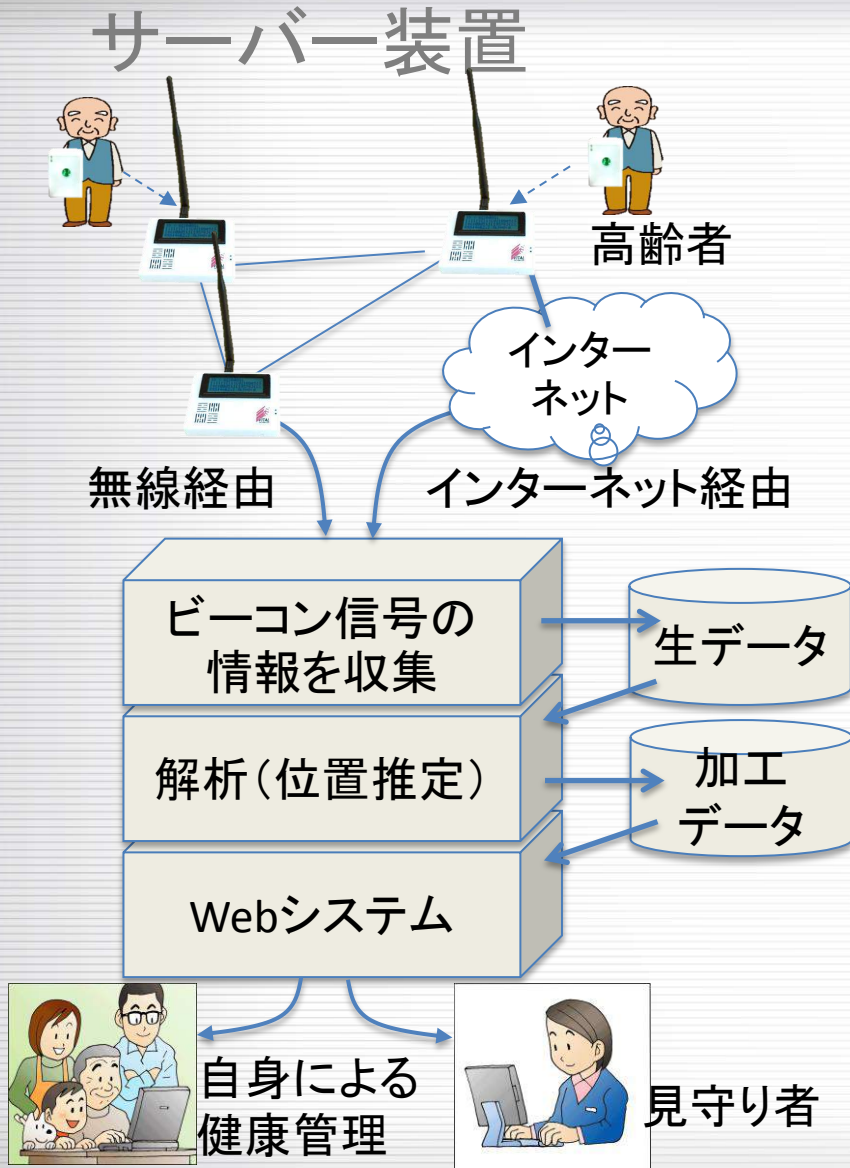


無線基地局の外観



- 大きさ: 123 × 87.5 × 25.7mm
- 電源: ACアダプタ, 太陽電池, Li-Ion充電電池内蔵(停電時や夜間用のバックアップ電源)
- ビーコン信号を受信し, 受信電力を測定し, サーバーに送信
- 他の無線基地局から届いた無線 packets を中継
- 無線LAN接続機能(インターネット経由でサーバーに送信可)





- ビーコン信号の情報を収集して記録(生データ)
- それを解析して, 位置推定
- 緊急情報をリアルタイムに検知してメール送信
- 見やすい形に整理して, Web画面を通して見守り者に情報提供



# 見守りに提供するWeb画面の例（位置推定）

ログインして見守り者（親族，地域コールセンタースタッフ）が閲覧できる

見守りセンター1  
梅樽 春子

地図動線  
表示範囲： 2015/10/07 13:22 まで 表示  
現在時刻を表示

梅樽 春子 閲覧者

住吉山之内三郵便局  
杉本町駅  
大阪市立大学  
梅樽 春子

ビーコン送信機の  
推定位置と  
携帯者の氏名

# 見守り者に提供するWeb画面の例（歩数）



# 見守り者に提供するWeb画面の例（活動量）

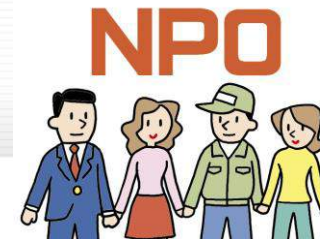


## まとめ

- 地域自律型ワイヤレス見守りシステムを開発
- 920MHz帯特定小電力無線を活用して中継網を構築
  - 数km × 数kmの地域の見守りに特化
  - 携帯電話網を使わないことで低コスト化
  - 適切な規模・性能のICT無線見守りネットワーク
- 小型・軽量・長時間動作



- 地域の生活支援サービス実施をサポート
  - 地域の自治会やNPOが主体となって実施する見守り活動を支援



ありがとうございました。