

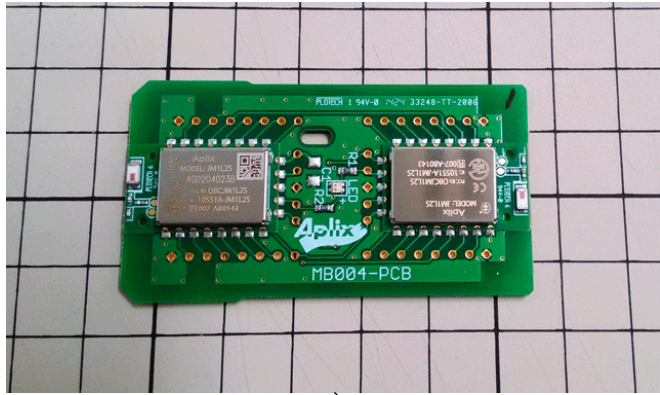
B L E による建物内の人員 行動計測技術の開発

岡山理科大学 建築学科 松下 大輔

BLEによる屋内動線計測手法の開発

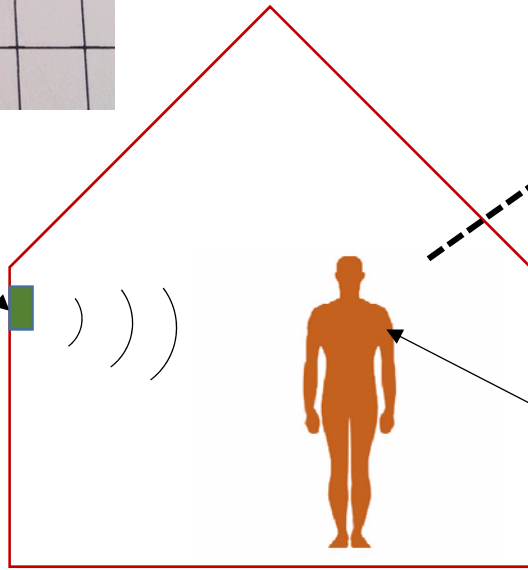
- 近距離無線通信技術であるBluetooth Low Energyを用いた測位手法
 - 2013年末にApple社がBLEによるiBeaconという規格を発表
 - 発信機：**低コスト、小サイズ、電池駆動で配線工事不要、長寿命**
 - 受信機：**既存端末利用**（iPhone, Android）
 - **導入障壁が小さい**
 - **在室判別程度の精度は十分**
 - 今後の行動計測の研究の実現性のハードルが下がる？

システム概要図



ビーコン (発信機)

出力等調整



リモートサーバー

サーバー
プログラム実装

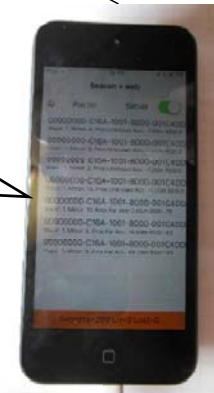
DB

時刻・位置・ID
(4G or Wi-Fi, Internet)

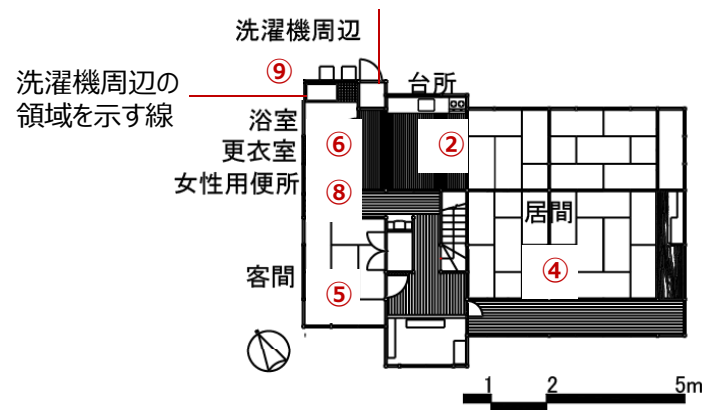
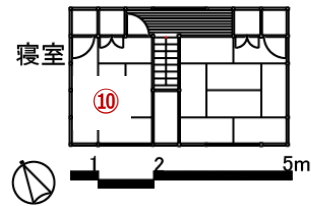
装着

開発アプリの
インストール

iOS端末 (受信機)



住宅内生活行動調査実験 機器配置図

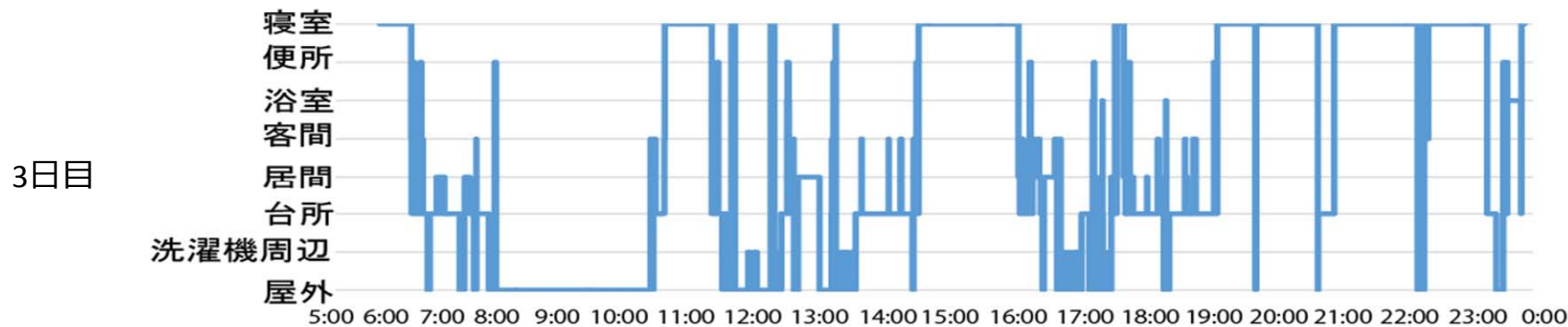
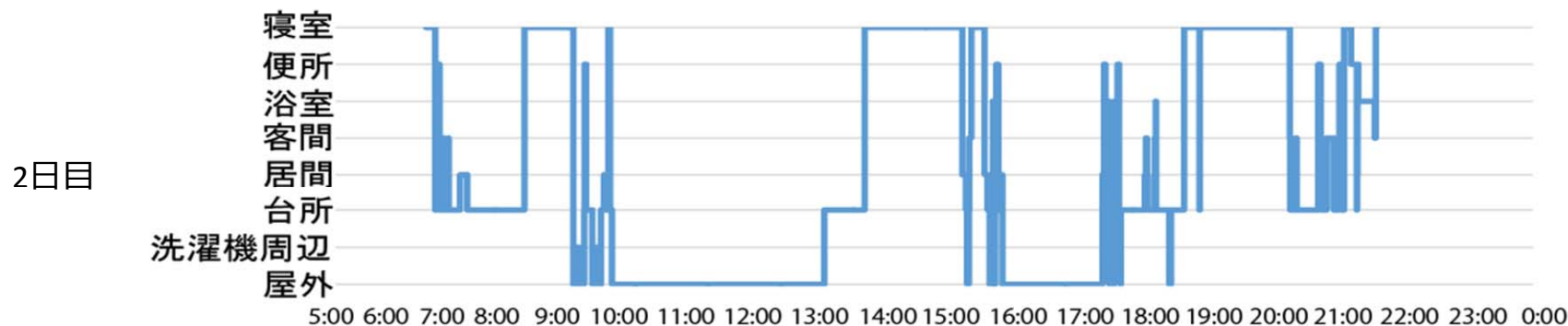
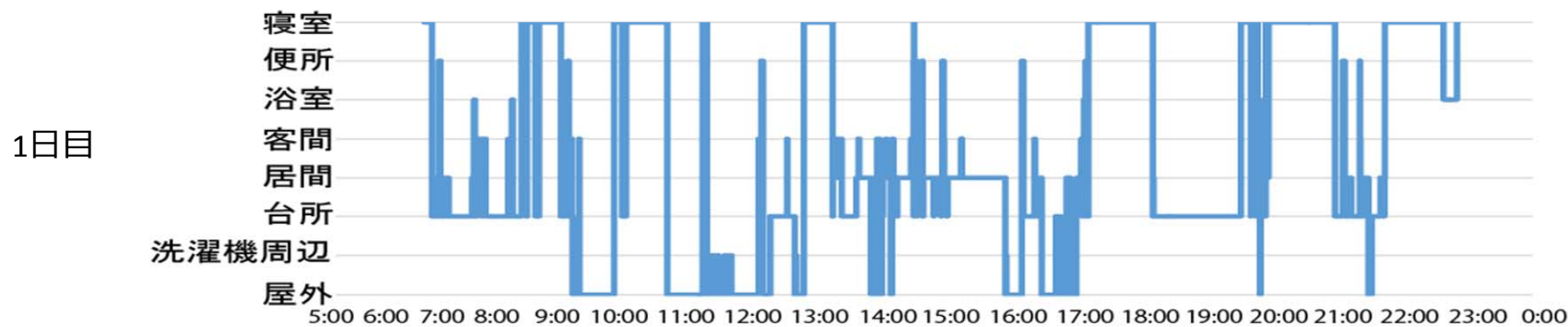


| iBeaconのID | 滞在部屋 |
|------------|-------|
| ② | 台所 |
| ④ | 居間 |
| ⑤ | 客間 |
| ⑥ | 浴室 |
| ⑧ | 便所 |
| ⑨ | 洗濯機周辺 |
| ⑩ | 寝室 |
| なし | 屋外 |

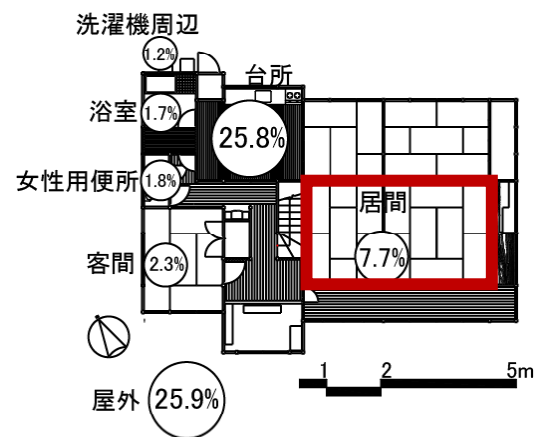
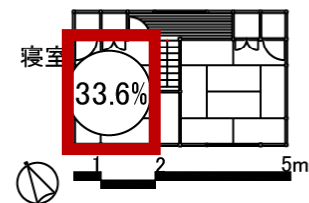
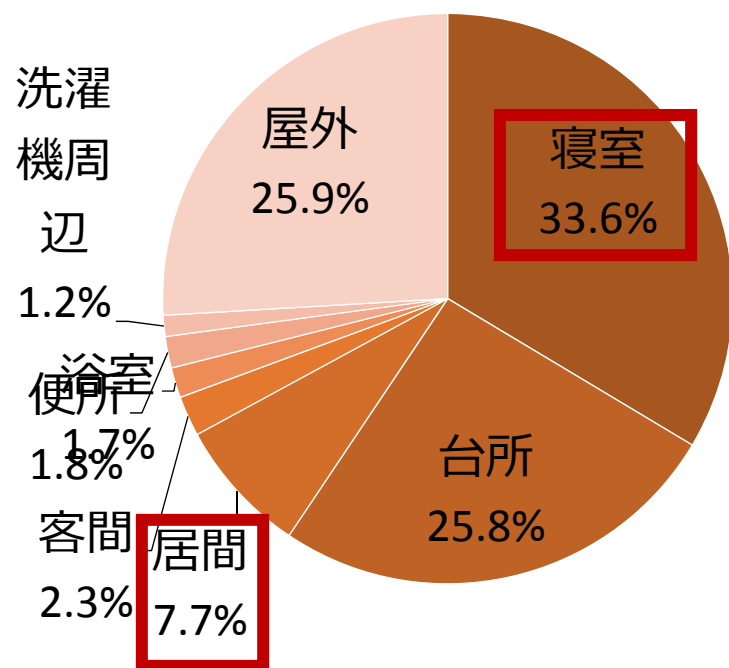
滞在部屋の判別手法

| 年/月/日 時:分 | モバイル ID | UUID | Major ID | Beacon ID | Beacon の相対距離 | 受信信号 強度 | 推定 距離値 |
|---------------|------------|--------------------------------------|-------------|--------------|-----------------|------------|-----------|
| time | mobileid | uuid | major | minor | proximity | rssi | acc |
| 2016/1/7 6:24 | Pod 001 | 00000000-C16A-1001-B000-001C4DD43C8F | 1 | 6 | Unknown | 0 | -1 |
| 2016/1/7 6:24 | Pod 001 | 00000000-C16A-1001-B000-001C4DD43C8F | 1 | 8 | Unknown | 0 | -1 |
| 2016/1/7 6:24 | Pod 001 | 00000000-C16A-1001-B000-001C4DD43C8F | 1 | 10 | Far | -74 | 4.77 |
| 2016/1/7 6:24 | Pod 001 | 00000000-C16A-1001-B000-001C4DD43C8F | 1 | 5 | Far | -92 | 27.78 |
| 2016/1/7 6:24 | Pod 001 | 00000000-C16A-1001-B000-001C4DD43C8F | 1 | 20 | Far | -95 | 48.08 |
| 2016/1/7 6:24 | Pod 001 | 00000000-C16A-1001-B000-001C4DD43C8F | 1 | 2 | Far | -94 | 65.68 |
| 2016/1/7 6:24 | Pod 001 | 00000000-C16A-1001-B000-001C4DD43C8F | 1 | 6 | Unknown | 0 | -1 |
| 2016/1/7 6:24 | Pod 001 | 00000000-C16A-1001-B000-001C4DD43C8F | 1 | 2 | Unknown | 0 | -1 |
| 2016/1/7 6:24 | Pod 001 | 00000000-C16A-1001-B000-001C4DD43C8F | 1 | 8 | Unknown | 0 | -1 |
| 2016/1/7 6:24 | Pod 001 | 00000000-C16A-1001-B000-001C4DD43C8F | 1 | 10 | Far | -72 | 4.14 |
| 2016/1/7 6:24 | Pod 001 | 00000000-C16A-1001-B000-001C4DD43C8F | 1 | 5 | Far | -90 | 28.44 |
| 2016/1/7 6:24 | Pod 001 | 00000000-C16A-1001-B000-001C4DD43C8F | 1 | 20 | Far | -94 | 48.66 |
| 2016/1/7 6:24 | Pod 001 | 00000000-C16A-1001-B000-001C4DD43C8F | 1 | 4 | Unknown | 0 | -1 |
| 2016/1/7 6:24 | Pod 001 | 00000000-C16A-1001-B000-001C4DD43C8F | 1 | 6 | Unknown | 0 | -1 |
| 2016/1/7 6:24 | Pod 001 | 00000000-C16A-1001-B000-001C4DD43C8F | 1 | 2 | Unknown | 0 | -1 |
| 2016/1/7 6:24 | Pod 001 | 00000000-C16A-1001-B000-001C4DD43C8F | 1 | 8 | Unknown | 0 | -1 |
| 2016/1/7 6:24 | Pod 001 | 00000000-C16A-1001-B000-001C4DD43C8F | 1 | 10 | Far | -71 | 3.69 |
| 2016/1/7 6:24 | Pod 001 | 00000000-C16A-1001-B000-001C4DD43C8F | 1 | 5 | Far | -91 | 29.45 |
| 2016/1/7 6:24 | Pod 001 | 00000000-C16A-1001-B000-001C4DD43C8F | 1 | 20 | Far | -93 | 48.38 |

各調査日の部屋使用履歴



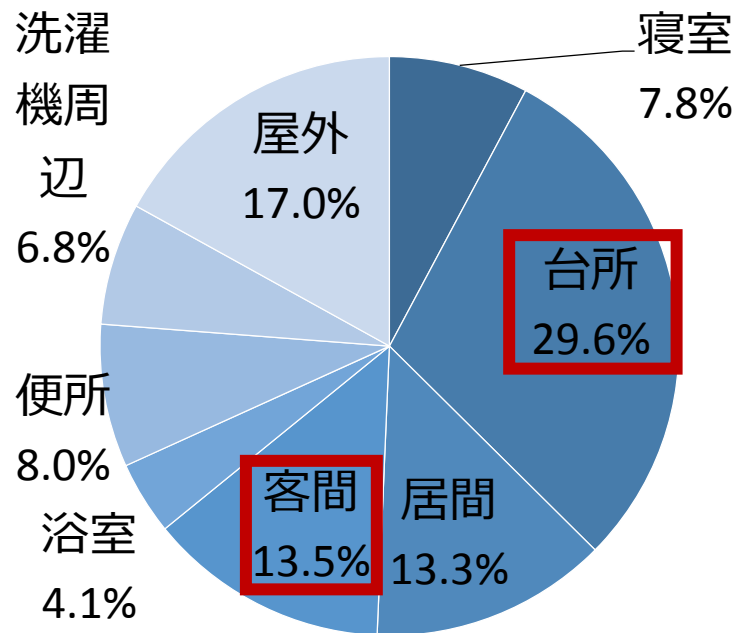
各部屋における滞在時間の割合



寝室での滞在時間割合は全体の**33.6%**

寝室に滞在している割合は居間に滞在している割合よりも約25%大きい

各部屋における滞在回数



| 滞在部屋 | 滞在回数(回) |
|-------|---------|
| 台所 | 152 |
| 屋外 | 87 |
| 客間 | 69 |
| 居間 | 68 |
| 便所 | 41 |
| 寝室 | 40 |
| 洗濯機周辺 | 35 |
| 浴室 | 21 |
| 合計 | 513 |

多い



少ない

台所での滞在回数は152回,全体の29.6%

客間での滞在回数は全体の3番目に大きい。客間の在室者を訪問している。

計測結果から得た知見

- ・ 3日間で滞在回数は台所が最大であったが、滞在時間は寝室が最大であった。この居住者は、台所と寝室を中心に滞在している。一般に家事動線（台所、洗濯室、食堂）の近接の重要性は知られているが、この住宅の場合、寝室が滞在の中心となっている
- ・ 寝室に滞在している割合は居間に滞在している割合よりも約2割程度大きい
- ・ 便所の滞在時間割合は寝室に比べて小さいが、便所の滞在回数割合は、寝室とほぼ同じであることが分かる
- ・ 屋外の滞在回数割合は、対象とした全部屋の2番目に大きい。このことから、洗濯や主に離れに滞在する家族のもとへ行く頻度が高いことが分かる。冬期や雨天時に支障を来している

考察

- ・寝室が居間として使用されていることや、被験者以外の健康状態が不良の家族が滞在する場合、その家族を訪れ、過ごす時間が長いことが分かる。この住宅の場合、**台所と寝室の近接**は、移動コストの軽減に資する
- ・**便所**を、滞在の中心としている**台所や寝室に近接**することも同様に移動コストの低減に資する

応用が想定される事例

- 人の位置把握
 - 入退管理、出欠管理
 - ナースコール直近者対応
 - スタッフ在室把握
 - 動線計測（滞在時間、訪問回数）
 - 作業員の位置把握
 - 人に合わせた機器のふるまい
 - 個別家庭の生活パターンの計測による問題点や特徴の抽出と、エビデンスに基づくリフォーム、新設住宅の計画
- 動くモノの位置把握
 - 機器の位置把握
 - 建設機械の位置把握