

# ビーコンを利用した福祉施設向け見守りシステムの開発

牧田 岳大<sup>1</sup> 中谷 啓太<sup>2</sup> 高橋 健一<sup>2,3</sup> 菅原 一孔<sup>2,3</sup> 川村 尚生<sup>2,3</sup>

**概要**：障害者支援施設において入居者の無断外出や徘徊が問題となっている。無断外出や徘徊は入居者が事件・事故に巻き込まれる原因となるため、施設の職員が入居者の所在を把握しておく必要がある。そこで、ビーコンを利用した見守りシステムを開発した。本研究では、以前に障害者支援施設職員に対して実施されたアンケートをもとに、「問題行動の検知」に焦点を当て、システムに実装されるべき機能を検討した。そして問題行動検知と職員への通知機能と WebUI 上のグラフによる問題行動の確認機能を設計・実装し、これらの機能が正常に動作するかどうかを実験により検証した。

## Development of tracking system for welfare facility using iBeacon

TAKEHIRO MAKITA<sup>1</sup> KEITA NAKATANI<sup>2</sup> KENICHI TAKAHASHI<sup>2,3</sup> KAZUNORI SUGAHARA<sup>2,3</sup>  
TAKAO KAWAMURA<sup>2,3</sup>

### 1. はじめに

障害者支援施設とは、生活する上で支援を要する方(以下入居者とする)が入所する施設である。入居者の多くは中度から重度の知的障害や自閉症を有しており、環境の変化に弱い特性がある [1]。中には施設外への飛び出しや立ち入り禁止区域(異性のトイレや他人の居室)への移動、職員や他の入居者への暴力暴言といったといった問題行動を行う入居者も存在しており、入居者の問題行動に対応するために支援施設職員が入居者の所在を把握しておく必要がある。しかし、入居者に比べ職員の人数は少なく [2]、入居者全員の所在を限られた数の職員で把握することは困難であり、問題が起こった後で職員が気づくということも少なくない。

そこで、BLE ビーコン(以下ビーコンとする)を利用した支援施設向けの見守りシステムを開発した。本システムでは入居者に小型のビーコンを携帯してもらい、施設内に設置した受信機がビーコンの電波を検知することで入居者の位置を特定し、入居者の所在を監視する。施設職員は自身の持つ端末から監視サーバが提供する WebUI を見ることで入居者の所在を確認することができる。

入居者の位置推定にビーコンを採用した主な理由は3点あり、その1つが「入居者のプライバシーを侵害しないこと」である。問題が発生する場所はトイレなどのプライベートな空間である場合もある。そのため、監視カメラで監視しようとする入居者のプライバシーを侵害するおそれがある。ビーコンの場合は監視に利用する情報はビーコンが発する電波のみであるため、プライバシーを侵害することはない。

2つ目は、「ビーコンの大きさが比較的小さいこと」である。入居者はサイズの大きいものを身につけるとそれで遊んでしまったり、身につけることを嫌がったりする可能性がある。ビーコンはお守り程度のサイズなので入居者に携帯させても違和感を覚えられることが少ない。

最後は、「低コスト性」である。GPS や、Wi-Fi を利用した電波による屋内位置推定も検討したが、ビーコンを利用した場合と比較すると高コストになってしまう。多くの入居者に利用してもらうことを考えると、システムの導入コストはできる限り小さくする必要がある。

現在のシステムはビーコンを持つ入居者の位置情報をマップに表示する機能のみが実装されている状態である。そこで本研究では、以前に障害者支援施設職員に対して実施されたアンケートをもとに、「問題行動の検知」に焦点を当て、システムに実装されるべき機能を検討する。

<sup>1</sup> 鳥取大学大学院 持続性社会創生科学研究科

<sup>2</sup> 鳥取大学大学院 工学研究科

<sup>3</sup> 鳥取大学 工学部附属クロス情報科学研究センター

## 2. 関連研究

藤本ら [3] の研究では、高齢者デイケア施設における日報の記録を BLE ビーコンを用いてサポートするシステムを構築している。高齢者デイケア施設の場合、ほとんどの利用者が滞在場所から活動内容の予想が可能である。ビーコンの位置を受信機で割り出すことで、「いつ」「どこで」「だれが」がわかり、これにより「何をしているか」を推定できる。BLE ビーコンを用いた位置推定を行っている点では類似性が高い。しかし、本研究の見守りシステムの場合には入居者の活動内容を記録することではなく、問題行動の検知を目的としている点で異なる。また、ビーコンを利用した位置推定手法に関しても、藤本らの研究では設定したエリア内に居るかどうかの判定のみであるが、本研究のシステムの場合はエリア内における入居者の位置まで推定している点が異なる。

山野ら [4] の研究では、ビーコンの電波強度による位置推定と探索者側のスマートフォンの GPS 位置情報を併用して探索者とビーコンを所持した被探索者である高齢者の距離を推定する。この研究においては施設から飛び出した高齢者を探索するときなどの補助としてビーコンの電波を利用することを想定しており、屋内における入居者の位置推定手段としてビーコンを用いる本研究とは大きく異なる。

工藤ら [5] の研究では、施設内に密接に設置した多数の BLE ビーコンにより位置推定を行う手法を提案している。本手法においては、ビーコンの低コスト性を活かし、密集させてビーコンを設置することで被追跡者の位置を単体のビーコンの受信電波強度 (RSSI) から推定している。RSSI は不安定であるため、工藤らは統計的補正をかけることにより精度の向上を試みている。本研究では工藤らと同様に RSSI を利用する位置推定方式であるが、工藤らが単体の RSSI を利用しているのに対し、本研究のシステムは複数の RSSI により重心を取ることで位置推定を行う方式である点が異なる。また障害者福祉施設での利用を想定するとスマートフォンなどの大きい端末を入居者に所持させることは困難であるため、ビーコンのほうを入居者に所持させている点も工藤らの提案するシステムと異なる。

秋山ら [6] の研究では、超音波センサーを利用した屋内位置推定手法を提案している。本手法においては、複数の超音波センサーを屋内に設置し、逆 GPS 法を利用することで平均誤差 42mm という高精度な位置推定を実現している。また、超音波のみを利用しているため、BLE ビーコンによる手法と同様に追跡対象者のプライバシーを侵害することがないという利点も存在する。しかし本手法では位置推定の対象が複数存在することは想定されておらず、あるエリアにおける追跡対象者の位置を正確に把握することはできてもその位置に存在する人物までは特定することはでき

きない。よって本システムにおいて BLE ビーコンによる位置推定手法の代替として利用することは困難である。ただし、BLE ビーコンを利用した手法の精度を上げるために本手法を利用することは可能であると考えられる。

## 3. 見守りシステムの概要

見守りシステムはビーコン、受信機、監視サーバから構成される。図 1 に見守りシステムの流れを示す。ビーコンは入居者が所持し、一定の間隔で固有番号を発信する。受信機は施設内に複数設置され、受信機がビーコンの固有番号を受信すると、受信した固有番号、受信時刻、受信電波強度を監視サーバに送信する。監視サーバは複数の受信機からの電波受信ログを集約し、それをもとにして入居者の位置推定を行う。監視サーバは WebUI を持ち、施設職員は自身の端末から監視サーバの WebUI を閲覧することで、入居者の所在を把握することができる。

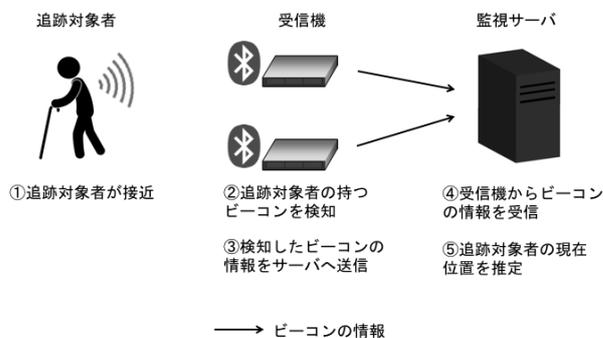


図 1 人物追跡システムの流れ

現在の WebUI では、見守り対象施設のマップ上に追跡対象者の位置推定結果を人形のアイコンで表示する。表示されているアイコンをマウスオーバーすると、そのアイコンの示す追跡対象者の氏名と最後の位置推定を行った時刻が表示される。図 2 に現在の WebUI のスクリーンショットを示す。



図 2 現在の WebUI

また、各入居者の一日の移動状況を集計し、グラフ化する UI も実装している。図3に現在のグラフ UI のスクリーンショットを示す。画面の左側のグラフは一定期間における入居者のエリアごとの時系列移動が折れ線グラフで表現されている。画面の右側のグラフは一定期間において入居者がそのエリアに居た時間の合計をエリアごとに集計して表示している。



図3 入居者の移動状況を集計・表示する UI

受信機には RaspberryPi3 ModelB[7]、ビーコンには My-Beacon MB002 Ac-SR2[8] を使用している。また本システムは鳥取市内の障害者支援施設にて試験設置中である。施設では受信機は入居者の手に触れないよう天井に近い位置に約 8m 間隔で設置している。

#### 4. システムの位置推定手法

入居者の位置推定はビーコンの電波強度から行う。ビーコンの電波強度を利用した位置推定手法においては Centroid 方式と Fingerprinting 方式があるが [9]、本システムでは導入が容易な Centroid 方式を利用している。

Centroid 方式ではビーコンと受信機間の距離を重みとして重心を計算し位置推定を行う。この距離はビーコンの電波強度をもとにフリスの伝達公式 [10] から計算する。重心  $T(x_t, y_t)$  は式 1 により求めることができる。  $n$  は設置した受信機の数、  $(x_i, y_i)$  は  $i$  番目の受信機が設置された座標、  $r_i$  は計算された  $i$  番目の受信機と位置推定対象ビーコンの距離を表す。

$$T(x_t, y_t) = \left( \frac{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{r_i}, \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{r_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{r_i}, \sum_{i=1}^n \frac{1}{r_i}} \right) \quad (1)$$

ビーコンの電波強度は電子機器、壁、障害物など様々な外乱の影響を受けて不安定になりやすい。そのためビーコンの受信電波をそのまま重心計算に用いると不安定な電波強度の影響が推定結果に反映されることになる。そこで本システムでは位置推定に以下に示すような補正を行い精度を向上させている。

##### 平均電波強度の利用

位置推定に利用するビーコンと受信機間の距離計算に 0.5 秒間に受信した電波強度の平均を利用する。この

補正により距離計算に利用する電波強度を安定させている。

##### 中央値を利用した平均電波強度の補正

平均を計算するデータセットにおいてそのデータセットの中央値から  $\pm 2\text{dBm}$  以上外れた電波強度をデータセットから除去する。この補正により平均電波強度の外乱等により発生する外れ値への耐性を向上させている。

##### 受信件数の利用

重心計算に利用する受信機とビーコン間の推定距離に対し、その推定に利用した電波強度のデータ件数を基準に重み付けを行う。つまり平均の計算に利用したデータ件数の多い受信機を位置推定において重視するようにする。

具体的にはある期間における  $i$  番目の受信機のビーコン検知回数を  $c_{ri}$ 、受信機とビーコンの距離を  $r_i$ 、そして全体の受信機のビーコン検知回数を  $c_a$  とおき、式 2 により重心の計算に利用する重み  $\omega_i$  を求める。

$$\omega_i = r_i \frac{c_{ri}}{c_a} \quad (2)$$

このときの重心  $T(x_t, y_t)$  は式 3 で表される。

$$T(x_t, y_t) = \left( \frac{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{\omega_i}, \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{\omega_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\omega_i}, \sum_{i=1}^n \frac{1}{\omega_i}} \right) \quad (3)$$

##### 直前の推定結果の利用

外乱の影響で推定結果が実際の位置から大きくずれた場合を考え、推定位置と直前の推定位置との間に大きな差は生じないことを仮定し、計算した推定結果とその直前の推定位置で移動平均を取る。

具体的には前回のビーコンの位置推定結果  $(x_{t-1}, y_{t-1})$  と計算した重心  $(x, y)$  から式 4 により現在のビーコンの位置推定を行う。

$$T(x_t, y_t) = \left( \frac{x_{t-1} + x}{2}, \frac{y_{t-1} + y}{2} \right) \quad (4)$$

上記の 4 点の補正を行うことで平均誤差 2m 以下という精度を引き出している。また人物の影響を利用した補正の追加についても研究を進めている [11]。

#### 5. アンケートの分析

システムに実装する機能を検討するため、2018 年に行われた行動障害に関する研修に参加した福祉職員 35 名を対象に実施したアンケートの分析を行った。アンケートではその職員が支援している特定の利用者の問題行動を最大 3 つ回答して貰った。

回答全体を俯瞰すると回答には他者に危害を加える行動(他害行動)や自傷行動が多く見られる、そのためこれらの

問題行動検知への需要は高いと考えられる。しかしこれらの行動はセンサーなどによる検知が難しい。そこで本システムにおいては問題発生後の状況把握や問題発生の可能性が高まった際の職員への注意といった支援を行うことを検討する。

回答された各問題行動は7種のカテゴリーに分類することができた。以下に各カテゴリーの説明と、そのカテゴリーの問題行動へのシステムによる検知可能性について述べる。

#### 移動系

「興味のある場所への侵入」などの入居者が想定されている場所とは違うところへ移動してしまうような問題行動がこのカテゴリーに該当する。これらの問題行動は入居者の位置情報が立ち入り禁止区域に侵入しているかどうかを確認すれば検知できると考えられる。

#### 他害系

「人の髪をひっぱる、服をつかむ」などの他の入居者や施設職員などを傷つけるような問題行動がこのカテゴリーに該当する。これらの問題行動は入居者の位置情報から検知することは困難であるが、問題行動の発覚後に問題行動が発生した時間帯における各入居者の位置情報をもとに問題行動を行った入居者を特定することは可能であると考えられる。

#### 物損系

「施設のカーテンを引きちぎる」などの物を壊す、傷つけるというような問題行動がこのカテゴリーに該当する。これらの問題行動も他害系と同様に入居者の位置情報から検知することは困難である。しかし問題行動の発覚後に問題行動が発生した時間帯における各入居者の位置情報と破壊された物が設置されていた場所の位置情報をもとに問題行動を行った入居者を特定することは可能であると考えられる。

#### 自傷系

「髪の毛を抜く」などの自身を傷つけるような問題行動がこのカテゴリーに該当する。異食行動も含む。これらの問題行動は職員による目視の確認がなければ検知することが出来ないため、位置情報から検知することは困難である。ただし、例えば特定の場所で自傷行動を行う入居者の場合であれば入居者の位置情報がその場所になった場合に職員に注意喚起することは可能であると考えられる。

#### 行動拒否系

「机上作業への参加の拒否」などの職員の指示通りに行動ができないというような問題行動がこのカテゴリーに該当する。福祉施設においては入居者ごとにスケジュールが設定されているため、このスケジュールを利用すればこれらの問題行動は検知できると考えら

れる。

#### 執着系

人や物・場所に対し執着するような問題行動がこのカテゴリーに該当する。これらの問題行動は、まず机や椅子などの物に対する執着である場合、その物が設置されている場所の位置情報と問題行動が確認されている入居者の位置情報の接近を確認できれば検知できると考えられる。人に対する執着である場合は、執着対象の人物の位置情報と問題行動が確認されている入居者の位置情報の接近を確認できれば検知できると考えられる。また、他害系問題行動のうち、危害を加える対象が特定できているケースに関しては同様の仕組みによって仕組みによって職員に注意喚起できると考えられる。

#### その他

「入浴やシャワーの拒否」、「夜間に大声を出す」などの上記のいずれにも含まれない問題行動がこのカテゴリーに該当する。これらの問題行動に関しては位置情報による検知が困難であるため、本研究では扱わない。

全回答 101 件のうちの各カテゴリーに該当する問題行動の内訳を表 1 に示す。なお 1 件の問題行動で複数のカテゴリーに該当している場合もあるため、カテゴリーごとの該当件数を合計すると 117 件となっている。

表 1 各カテゴリーに該当する問題行動の内訳

カテゴリー	該当数 (件)
移動系	7
他害系	25
物損系	28
自傷系	24
行動拒否系	9
執着系	7
その他	27

## 6. 検知機能の設計

アンケート結果の分析をもとに問題行動検知機能の設計を行った。

### 6.1 移動系問題行動検知機能

移動系問題行動は「立入禁止に設定されているエリアに入居者が居るかどうか」で検知を行うようにした。立入禁止エリアは、入居者の習慣やパーソナリティに依存するため、立入禁止エリアのリストは入居者ごとに設定する。立入禁止エリアを管理するために、システムは施設の地図が設定されている必要がある。地図内の各エリアを長方形で表現し、長方形のサイズをマップ上の 2 次元座標のそれぞれの最大値と最小値のペアとエリア名を組合せたデータ構

造により扱う。

問題行動の判定は入居者の立ち入り禁止エリアリストに登録されているエリアの範囲内にその入居者の最新の位置情報が侵入しているかを照合することにより実現する。立入禁止エリアの領域内に入居者の位置情報が存在した場合問題行動が発生したと判断し、職員に問題行動を起こした入居者の登録情報とその入居者の侵入した区域の情報を通知する。図4に移動系問題行動検知の流れを示す。

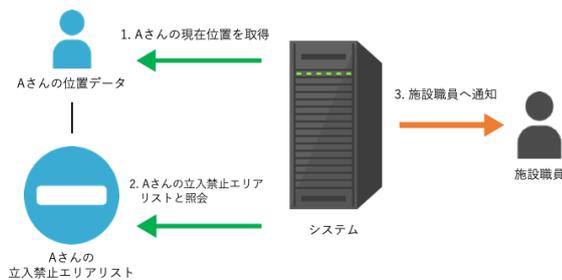


図4 移動系問題行動検知の流れ

## 6.2 行動拒否系問題行動検知機能

行動拒否系問題行動は「スケジュールで決められていない場所に入居者が居るかどうか」で検知を行うようにした。障害者支援施設では入居者の行動は細かくスケジュールリングされているため、各入居者がその時間帯にどこに居るべきなのかはその入居者のスケジュールにより確認することができる。例えば、昼12時には食堂にいるようにスケジュールリングされている入居者であれば、その時間帯に食堂以外の場所でその入居者の位置情報が観測された場合に問題行動が発生したと判断する。

問題行動の判定は最新の入居者の位置情報とスケジュール上その時間に居なければならぬ区域として登録している場所の位置情報を照合することにより実現する。入居者の位置情報とスケジュールされている区域の位置情報が一致しなかった場合問題行動が発生したと判断し、職員に問題行動を起こした入居者の登録情報とその入居者の侵入した区域の情報が通知される。図5に行動拒否系問題行動検知の流れを示す。

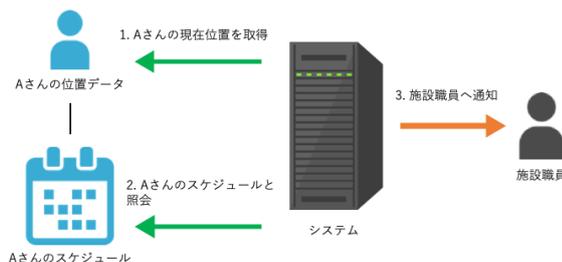


図5 行動拒否系問題行動検知の流れ

## 6.3 執着系問題行動検知支援機能

執着系の問題行動を検知するためには、まず入居者が何に対して執着しているのかを特定する必要がある。入居者の執着対象特定には入居者の一日の移動統計が利用できる。物や場所に執着している場合は、その入居者の一日の移動を見ればその物が設置されている場所にいる時間や回数が通常よりも多くなると考えられる。執着対象が入居者や職員である場合には、物に対する執着行動と同様に執着対象の入居者や職員に接近する時間や回数が通常よりも多くなると考えられる。

しかし入居者の移動パターンをシステムで分析して上記の特徴により執着行動の存在を自動検知することは困難である。そこで、本システムでは入居者の統計グラフ機能の拡張により対応することにした。

物や場所に対する執着の確認は既実装されている入居者の一日の移動グラフを利用すれば確認することができる。以下図6に入居者の1日の移動グラフの例を示す。グラフを見ると、この入居者の場合活動室1に滞在する時間が非常に長いことがわかる。よってこの入居者は活動室1そのものや活動室1に設置してある物品に対し執着を持っている可能性があることが確認できる。

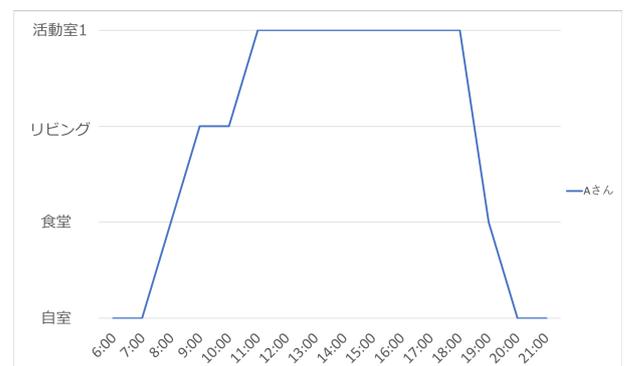


図6 入居者の1日の行動グラフの例

人物への執着の場合には、職員がその入居者に執着行動の疑いを持った際に執着対象と思われる入居者や職員の移動グラフを並べてプロットし、比較する機能を追加することで執着行動の確認を支援する。実際に執着行動が発生している場合、その入居者と執着対象者の移動グラフは一致する箇所が多くなると考えられる。図7に入居者Aと入居者Bの1日の移動グラフの例を示す。入居者Aと入居者Bの移動グラフの動きを見比べると、入居者Bが活動室1に滞在しているときには必ず入居者Aが活動室1に滞在していることがわかる。従って、入居者Aと入居者Bのいずれかがもう1人の入居者に対して執着を持っている可能性があると考えられる。

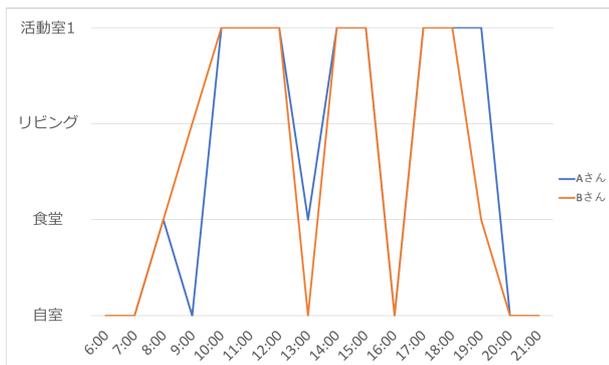


図 7 入居者 A と入居者 B の 1 日の行動グラフの例

入居者による執着行動をシステムにより自動検知することは困難であるため、施設職員にこれらのグラフ機能により執着行動の有無を確認してもらうことで本システムでは執着系問題行動に対応する。ある入居者の様子を観察した際に、施設職員がその入居者に執着行動の可能性を感じた場合に、実際に執着行動が発生していることを判断する材料としてこれらのグラフを利用することを想定している。

#### 6.4 他害、物損系問題行動検証支援機能

他害系や物損系の問題行動は位置情報による検知が困難である。そこで検知は行わない代わりに問題行動発生後に職員による状況把握を支援する機能を設計した。例えば、職員が椅子が壊されているのを発見した場合にその椅子を破壊した入居者を特定することを支援する機能として設計した。

条件としてエリアと時間帯を設定すると、その時間帯におけるそのエリアの入居者の情報をタイムラプスで表示する。UIにはそのエリアの状況とシークバーを表示し、職員はシークバーをスクロールすることでその時間帯における指定エリア内の入居者の動きを確認することができる。

物損であればその破壊された物の周辺にいた入居者をこの機能により確認し破壊した入居者を絞り込むことができる。他害であれば、被害を受けた人物の周辺にいた入居者をこの機能により確認し他害行動をした入居者を絞り込むことができる。

また既に実装されている入居者の一日の移動統計グラフなども職員の状況把握に利用できる。例えば、「繰り返し同じエリアの椅子が壊される」というような問題が発生する場合、入居者のそのエリアへの移動する時間帯と椅子が壊される時間帯が同期しているかどうか問題行動を起こしている入居者の特定の根拠とすることができる。

#### 6.5 自傷系、その他の問題行動への対応

自傷系問題行動やその他に分類された問題行動は位置情報に関わらず発生する問題行動であるため、システムによって通知や職員の状況把握支援を行うことが難しい。

よって本システムではこれらの問題行動を扱わないこととする。

#### 6.6 職員への問題行動通知

検知した問題行動の職員への通知は、WebUIによるアラート通知と、問題行動を起こした入居者の担当職員へのメールによる通知の2種類とした。

当然ながら施設内で活動している職員は常にPCの画面を確認することは出来ないため、WebUIによる通知では担当職員へ迅速に通知することが難しい。そこでメールによる通知機能を実装した。メールに記載する内容は、

- 問題行動を検知した日時
- 問題行動の内容
- WebUIへのリンク

の3点とした。施設職員に送信されるメール文面の例を以下図8に示す。

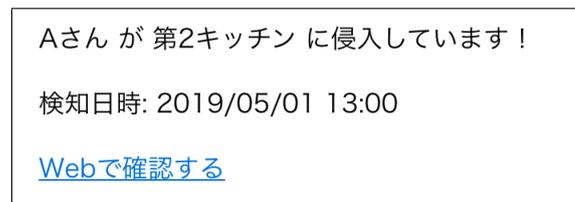


図 8 施設職員に送信されるメール文面の例

侵入系問題行動の場合は、図8のように問題行動の内容の説明として、誰が・どこに侵入したのかを記載する。他害系問題行動の場合は、誰が・誰に他害行動をしているのかを記載する。例えば、入居者Aが入居者Bに対して執着行動をしている可能性があれば、「AさんがBさんに執着行動を行っているかもしれません！」という文面となる。

WebUI上の通知は、メールよりもグラフィカルに表現する。マップ上に表示されている問題行動を起こした入居者のアイコンの色を赤に変更し、さらにその入居者が行っているであろう問題行動をテキストでアイコンの下に表示する。WebUI上の通知表示例を図9に示す。



図 9 WebUI上の問題行動通知の例

## 7. 問題行動検知実験

一部の機能を実装し、問題行動検知機能が想定通りに動作するかを実験により検証した。実験では、鳥取大学工学部知能情報工学棟の3階を福祉施設の一部であると仮定して問題行動のシナリオを立て、入居者役の追跡対象者がシナリオに基づいて起こした問題行動を職員役が検知することができるかどうかを検証した。実験を行った場所の間取り図を図10に示す。赤い印のある箇所は受信機を設置した場所である。



図10 実験場所の間取り図

### 7.1 問題行動検知と職員への通知実験

本実験におけるシナリオは下記のとおりである。

#### シナリオ

興味のある場所があると職員を目を盗んでその場所へ侵入してしまうAさんという入居者がおり、本来は3809室にて軽作業を行うはずだったが、部屋を抜け出して3802室へ向かってしまった。

このAさんが3809室を抜け出し、3802室に侵入してしまったことをシステムにより職員が検知できるかを実験した。結果、Aさんが3802室に侵入した瞬間にアラートが発信され、職員役の持つ端末のWebUI上で赤くなったアイコンでAさんが3802室にいる様子が表示され、職員役はAさんを発見することができた。

WebUIに関しては、想定したとおりに通知をすることが出来た。通知が出た後もAさんの移動経路をリアルタイムに追跡し続けているので、WebUIを見ている職員はすぐにAさんのもとへ駆けつけることができた。またメールの通知による場合にも、メールに記載されたWebUIへのリンクをたどり、WebUIを確認することで直接端末でWebUIを見た場合と同様にAさんを発見することができた。

### 7.2 WebUI上のグラフによる問題行動把握実験

本実験におけるシナリオは下記のとおりである。2つのシナリオにより頻度と期間によって執着行動を確認できる

かどうかを検証した。また実験時間短縮のため、入居者は1時間だけ行動するように設定している。

#### シナリオ A

Aさんは3802室にある椅子をととても気に入っており、10分に1度の間隔で椅子に座りに向かう癖がある。

#### シナリオ B

Aさんは3802室にある椅子をととても気に入っており、1時間のうち50分を3802室の椅子で過ごす癖がある。

このAさんが3802室に高頻度で出入りしていることをシステムの統計グラフにより確認できるかを実験した。

結果、シナリオAではAさんの移動の時系列グラフには1時間の間に3810室と3802室を3往復する様子が表示されており、3802室にAさんが何度も移動していることを確認することができた。

シナリオBでは所在分布グラフにより1時間の間にAさんが3802室に長時間滞在していることを確認することができた。

## 8. おわりに

本研究では、開発した見守りシステムにどのような機能を加えるべきかを福祉施設職員へのアンケート調査の分析により検討した。そして分類した各カテゴリーの問題行動について検知や検証支援機能を設計した後にいくつかの機能をシステムに実装し、実験により実装した機能が想定通りに動作するかどうかを検証した。

問題行動検知と職員への通知実験においては入居者の位置情報が立ち入り禁止エリアに侵入している場合にWebUIとメールにより職員に通知する機能を実装し、実験により正常に機能することが確認できた。

WebUI上のグラフによる問題行動把握実験においては、入居者の1時間分の移動の時系列グラフとそれぞれのエリアでの滞在頻度グラフをWebUIに表示し、職員はそのグラフを見ることで入居者の執着行動を頻度と期間それぞれによって確認することができた。

本研究においては問題行動の各カテゴリーについて機能設計を行ったが、実装に関しては移動系と執着系についての機能に限定したものであった。今後は行動拒否系や他害系、物損系などの他カテゴリーの問題行動に関する検知機能も順次実装し、実験により機能の有用性を検証していく必要がある。

また、本研究においては位置情報の利用により検知できる問題行動に限定したが、各種センサーの併用により検知できる問題行動は増えると考えられる。例えば、弄便や失禁という問題行動もアンケートでは挙げられていたが、これらは臭気センサーを併用することで検知することができる可能性がある。今後はこれらの問題行動の検知についても検討を進めていきたい。

## 参考文献

- [1] "行動障害のある人の「暮らし」を支える,"特定非営利活動法人全国地域生活支援ネットワーク, 中央法規, pp.66-77, 2015.
- [2] "詳細票編 第1章 施設の状況,"平成 28 年社会福祉施設等調査の概況, 厚生労働省, 2017.
- [3] "デイケアセンターにおける高齢者の行動履歴自動生成システムの開発,"藤本まなと他, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2016) シンポジウム, pp1504-1509, 2017.
- [4] "高齢者見守りシステムのための Bluetooth と GPS を併用した位置推定手法,"山野太靖他, 情報処理学会第 78 回全国大会, 2016.
- [5] "近接ビーコンを利用した屋内位置測位手法の提案,"工藤大希他, 研究報告モバイルコンピューティングとパーベイスンシステム, 2015.
- [6] "超音波センサを用いた広域屋内測位システムの構成と検証実験,"秋山征己他, 測位航法学会論文誌, Vol.3, No.1, pp.1-8, 2012.
- [7] "Raspberry Pi — Teach, Learn, and Make with Raspberry Pi," <http://www.raspberrypi.org/>
- [8] "MyBeacon ペンダント型 MB002 Ac-SR2," <https://business.aplix.co.jp/product/mybeacon/mb002ac/>
- [9] "校舎内における BLE 電波強度による屋内測位の性能評価," 藪耀介, 新井イスマイル, 第 77 回全国大会講演論文集, 2015.
- [10] "iBeacon ハンドブック," 上原 昭宏, 達人出版会, 2014.
- [11] 宮崎喬行他, 見守りシステムにおける人体の影響による推定位置補正, DICOMO2019, to appear.