

# スマートフォンとモバイルネットワーク環境を利用した TLIFES の提案と実装

113430006 大野 雄基  
渡邊研究室

## 1. はじめに

少子高齢化と核家族化により、高齢者の徘徊行動や孤独死などが問題視されている。そこで、我々はスマートフォンとモバイルネットワーク環境を利用した統合生活支援システム TLIFES (Total LIFE Support system) を提案している [1]。TLIFES では、個人のライフログ、災害発生時の避難サポート、地域コミュニティの活性化などに加え、弱者の見守りを実現することができる。本稿では、弱者の見守りについて着目する。弱者の見守りの基本部分を実装し、動作検証と評価を行い有効性を確認した。

## 2. 既存システム どこ・イルカ

外出中の子どもや高齢者を見守るシステムとして、「どこ・イルカ」[2] が商品化されている。予め WEB の地図上で通常行動範囲の設定を手動で行う。この通常行動範囲を越えた場合に、見守る側に弱者の位置を記した緊急通報メールを配信する機能がある。しかし、通常行動範囲の設定が自宅を中心とした円状の範囲のみであり、きめ細かい見守りができない。また、核家族化により見守る側が弱者の代わりに通常行動範囲の設定ができない可能性がある。

## 3. 提案システム TLIFES

図 1 に TLIFES の全体像を示す。TLIFES は、スマートフォンを介して住民が情報を共有し、安心して生活できる社会を作るための支援システムである。スマートフォンは、センサ類を通して位置情報、行動情報、健康情報、運転情報を取得し、これらのセンサ情報をインターネット上の管理サーバに送信する。弱者が管理サーバに蓄積された弱者自身の情報をパソコンやスマートフォンなどから閲覧することにより、私生活や健康管理について後で振り返ることができる。また、予め閲覧を許可された人であれば、管理サーバに蓄積された弱者の情報を閲覧できる。

管理サーバはデータベースの情報を解析することにより過去の履歴との差異を求め、スマートフォン単体では判断できなかったようなアラームを検出する。例えば、いつもとは違う血圧、いつもは行かない場所に行ってしまうなどである。後者が徘徊行動の検出に相当する。徘徊行動の検出については、4 章で述べる。アラーム検出後は、予め登録されたメールアドレス宛に弱者の異常発生を記したメールが配信され、弱者の異常発生時に迅速な対応に結びつける。

## 4. 徘徊行動検出方式

### 4.1 徘徊行動の定義

TLIFES で検出する徘徊行動の定義は以下の通りである。

#### 1. 位置に関する徘徊行動

通常は行かない場所に弱者がいる事象を指す。通常は自宅、病院などで行動していると考えられるが、その他の場所にいる場合に徘徊行動であると判断する。

#### 2. 時間に関する徘徊行動

通常は特定の時間帯にいるはずの場所に弱者がいない事象を指す。夜間の時間帯に自宅を過ごす、別の場所にいる場合に徘徊行動であると判断する。

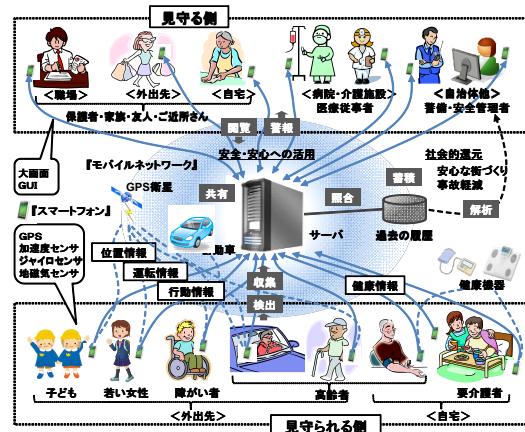


図 1: TLIFES の全体像

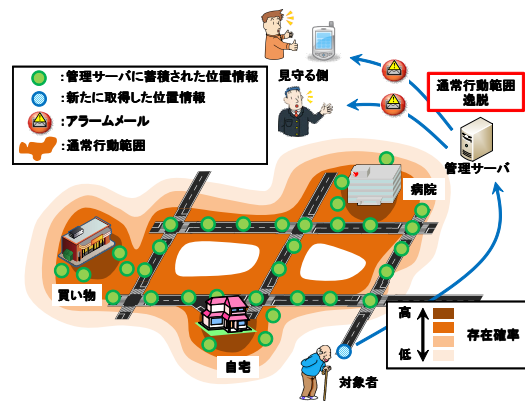


図 2: 徘徊行動検出方式の概要

### 4.2 徘徊行動検出方式の概要

図 2 に徘徊行動検出方式の概要を示す。本方式ではまず、矩形上の範囲を定め、その範囲内での弱者の存在確率分布を近似的に計算する。その範囲における管理サーバに一定期間蓄積された位置情報を用いて、それぞれの場所に弱者が存在する存在確率を算出し、弱者の通常行動範囲を学習する。存在確率は、全期間を通したものの他、一日の中の時間帯ごとの部分も計算する。これにより位置に関する徘徊行動と時間に関する徘徊行動を検出することができる。学習した通常行動範囲と定期的に得られる弱者の位置情報と比較することにより、徘徊行動の検出を行う。徘徊行動を検出した場合、予め登録されたメールアドレス宛に弱者の徘徊行動を知らせるメールを配信する。なお、通常行動範囲は、過去の位置情報をもとに毎日更新する。

## 5. 実装評価

図 3 に、試作システムの構成を示す。Android 端末から取得したセンサ情報を携帯電話網、及び Wi-Fi 経由で定期

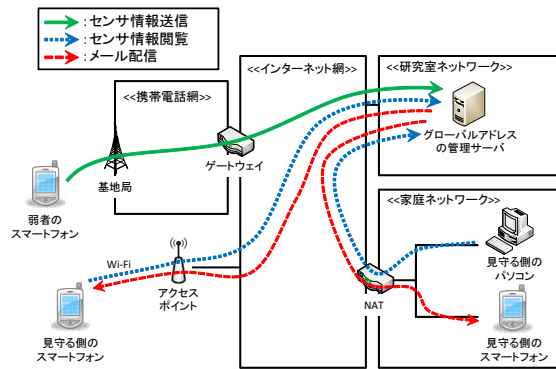


図 3: 試作システムの構成



図 5: 閲覧情報の表示

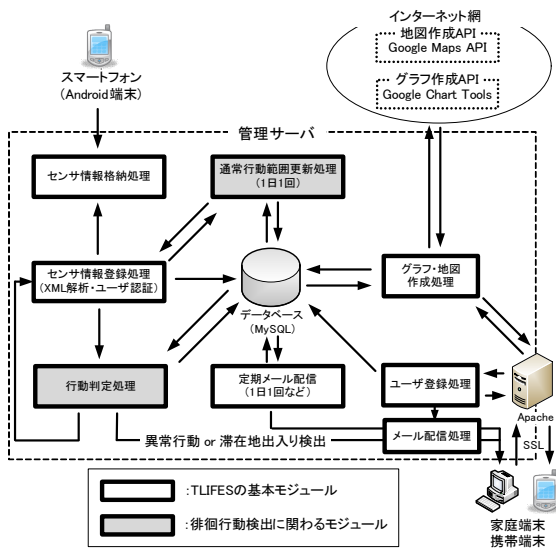


図 4: 管理サーバのモジュール構成

的に大学研究室内に設置した管理サーバに蓄積した。その後、パソコンやスマートフォンから管理サーバにアクセスし、センサ情報を閲覧した。また、管理サーバに蓄積されたセンサ情報を用いて通常行動範囲を学習した。

### 5.1 管理サーバのモジュール構成

図 4 に管理サーバのモジュール構成を示す。

**センサ情報格納処理** 一度に大量のパケットを受信した場合に対応するため、ソケットで受信したセンサ情報を全てキューに格納する。

**センサ情報登録処理** キューに格納したセンサ情報を XML 解析ライブラリを使用して解析した後、ユーザ認証を行い、正常なパケットであれば MySQL にてデータベースに登録する。

**定期メール配信処理** 予め登録されたメールアドレス宛に弱者の状態を記したメールを定期的に配信する。

**メール配信処理** 他モジュールからのメール送信指示に従って、予め登録されたメールアドレス宛にメールを配信する。

**グラフ・地図作成処理** 家庭端末や携帯端末からの閲覧要求を Apache から通知されると、データベースからセンサ情報を呼び出し、グラフ作成 API や地図作成 API と連携して閲覧情報を生成する。

**ユーザ登録処理** TLIFES を利用する人のアカウントを作成する。メールアドレス、共有するセンサ情報、センサ情報を共有する相手などを登録する。

**通常行動範囲更新処理** 1 日 1 回呼び出され、過去の位置情報から通常行動範囲を求める。

**行動判定処理** パケットを受信するたびにセンサ情報登録モジュールから呼び出され、報告された位置情報が通常行動範囲内であるかを判断し、徘徊行動かどうかを判定する。また、予め登録した場所の周辺から弱者が外へ出た時、及び中に入った時を判定する。

### 5.2 評価

図 5 に位置情報と行動情報を WEB 上で表示した画面を示す。地図上のマークは、GPS やネットワーク環境から取得した位置、及び行動情報の判定結果である。マークに表示しているアルファベットは、L が放置中、S が停滞中、W が歩行移動中を示している。折れ線グラフは 1 日の歩数の変化を示している。折れ線グラフの横軸は時間の経過を示しており、どの時間帯で行動していたのかが確認できる。

また、管理サーバに蓄積された位置情報を用いて、通常行動範囲を学習した。学生に TLIFES を実装したスマートフォンを所持してもらい、1ヶ月間の位置情報を蓄積したものを利用した。通常行動範囲を逸脱した場合に異常を知らせるメールが配信されることを確認した。

また、通常行動範囲の学習に要する処理時間（全体の確率分布、及び時間帯毎の確率分布）と、徘徊行動の判定に要する処理時間を求めた。その結果、通常行動範囲の学習に要する処理時間は 1 人あたり約 21 秒、徘徊行動の判定に要する処理時間は約 1 ミリ秒であった。

## 6. まとめ

本稿では、スマートフォンとモバイルネットワーク環境を利用した TLIFES を提案した。試作システムを実装し、位置情報などの閲覧情報の生成、通常行動範囲の学習、アラーム検出、メール配信が動作することを確認した。

通常行動範囲を学習する際に、今回は被験者を学生で実験を行った。今後は被験者を実際の弱者として検証実験を行う必要がある。また、通常行動範囲の学習時間と徘徊行動の検出時間を用いて、TLIFES に許容できる人数について評価を行う予定である。

### 参考文献

- [1] 大野雄基, 他:弱者を遠隔地から見守るシステム TLIFES の提案と実装, コンシューマ・デバイス&システム研究報告, Vol. 2012-CDS-3, No. 2, pp. 1-8 (2012).
- [2] ユビキタス:どこ・イルカ, <http://www.dokoiruka.jp/>.

# スマートフォンとモバイルネットワーク環境 を利用したTLIFESの提案と実装

Proposal of TLIFES Using SmartPhones and Mobile Network  
Environments and Its Implementation

---

名城大学 大学院

理工学研究科 情報工学専攻

113430006

渡邊研究室 大野 雄基

# 研究背景

- ▶ 少子高齢化と核家族化が進行
  - ▶ 高齢者人口、高齢者世帯が増加
  - ▶ 徘徊行動、孤独死、運転事故の多発などが深刻な社会問題
  - ▶ 特に徘徊行動対策は喫緊の重要課題



## 提案

### TLIFES: Total LIFE Support system

スマートフォンとモバイルネットワーク環境を利用して住民が情報を共有し、安心して生活できる社会を作るための統合生活支援システム

- ▶ TLIFESを利用した徘徊行動の検出
  - ▶ 対象者の通常行動範囲(通常時に行動する範囲)を自動的に学習
  - ▶ この範囲を逸脱した場合に徘徊行動を検出できるシステムの構築

# 徘徊行動対策の既存システム

- ▶ どこ・イルカ、パーソナルセキュリティシステム
  - ▶ 予め地図上で通常行動範囲を手動で設定する
  - ▶ この範囲を逸脱した場合に異常として判断する



## 欠点

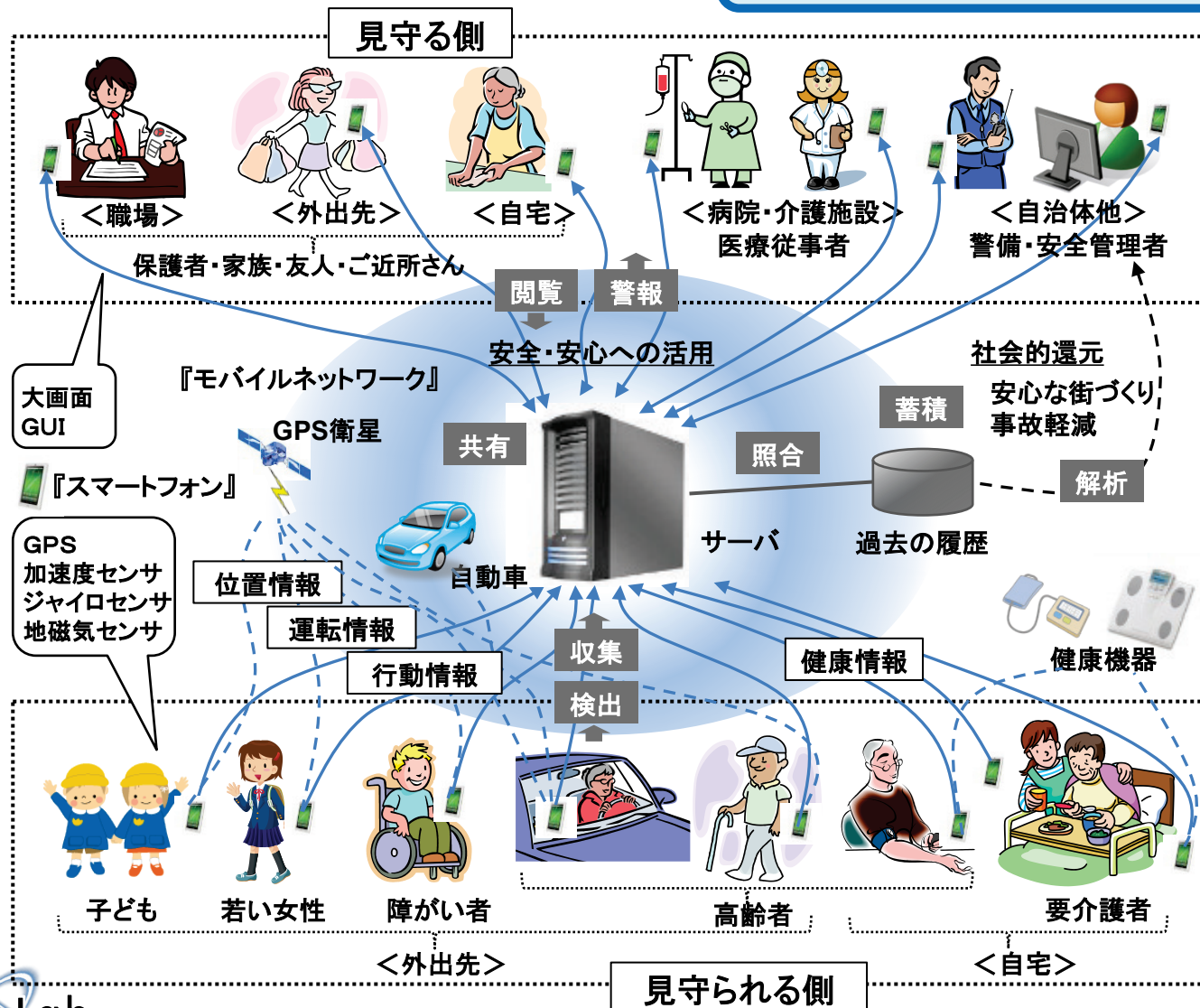
- ▶ 弱者、または見守る側が地図上で通常行動範囲の設定を予め**手動**で行う必要がある
- ▶ 核家族化で見守る側が弱者の代わりに設定できない可能性がある



パーソナルセキュリティシステム

# 提案システムTLIFES

全員がスマートフォンを所持

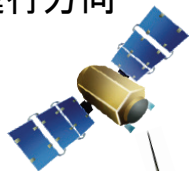


# スマートフォンの機能

## スマートフォン自身によるセンシング

### 位置の取得(位置情報)

緯度経度、移動速度、進行方向



### 状態の把握(行動情報)

歩行移動中、停滞中、乗車中、  
放置中、転倒



モバイルネット  
ワーク環境

管理サーバへの送信

Wi-Fi

3G

GPS

加速度センサ

磁気センサ

ジャイロセンサ

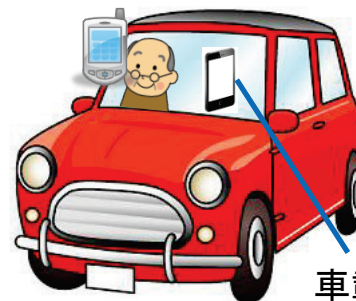
スマート  
フォン

Bluetooth

## 周辺機器との連携によるセンシング

### 運転状況の把握(運転情報)

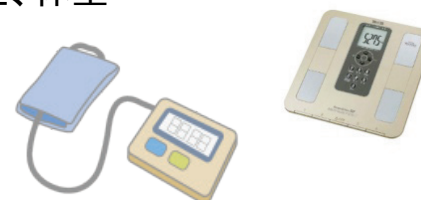
車体のぶれ、居眠り運転、  
ブレーキ/アクセルの操作、衝突



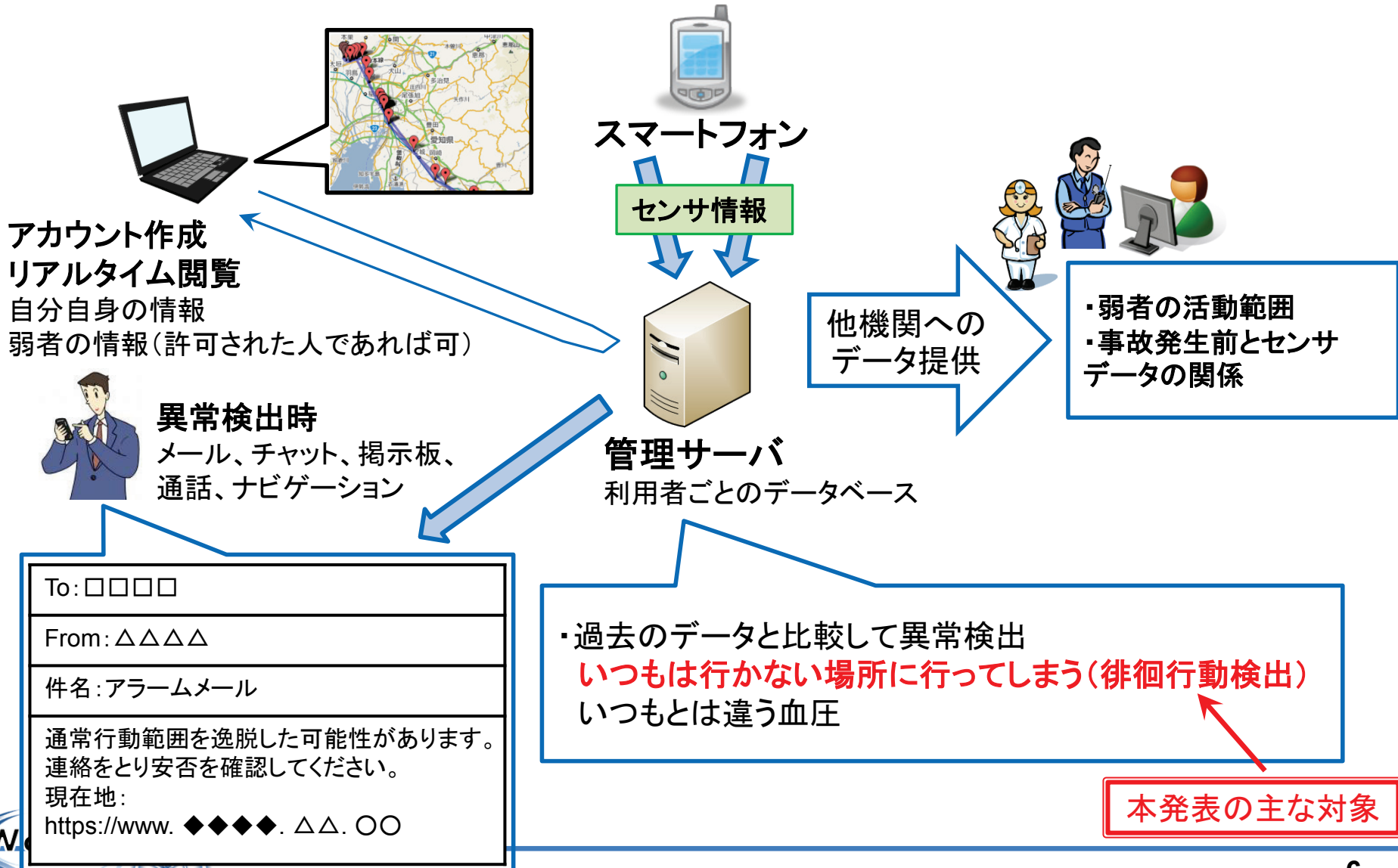
車載スマートフォン

### 健康機器からの情報収集(健康情報)

血圧、体重

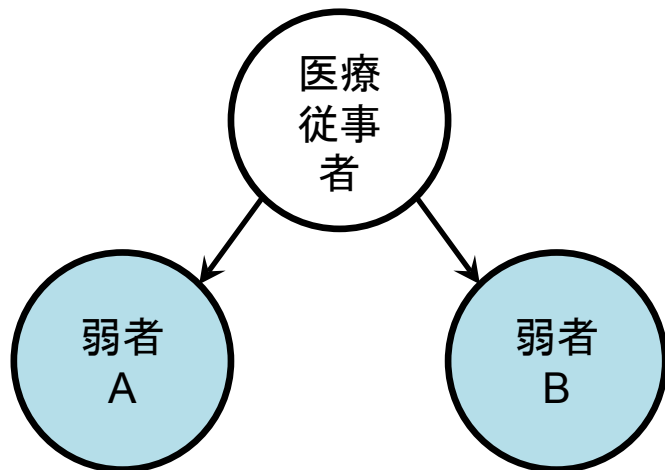


# 管理サーバの機能

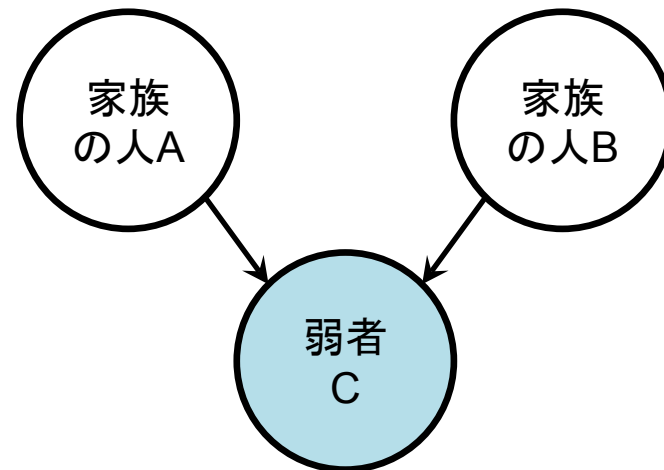




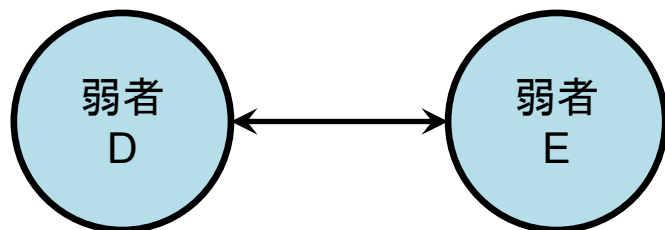
# TLIFESの主な利用用途



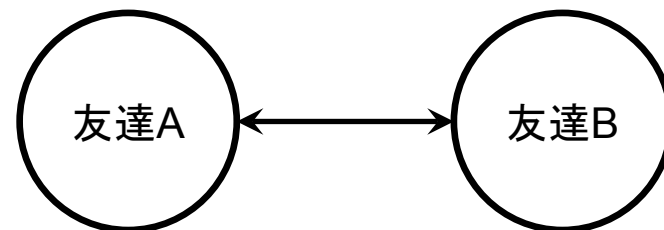
一人が複数の弱者を見守る



複数の人が一人の弱者を見守る



弱者同士で見守る



友達同士などお互いの情報を共有

# 徘徊行動の定義

## ▶位置に関する徘徊行動

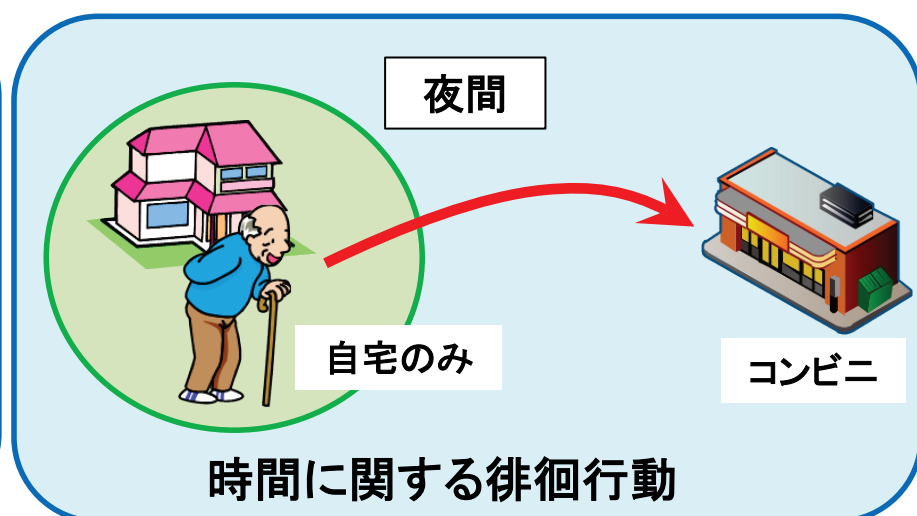
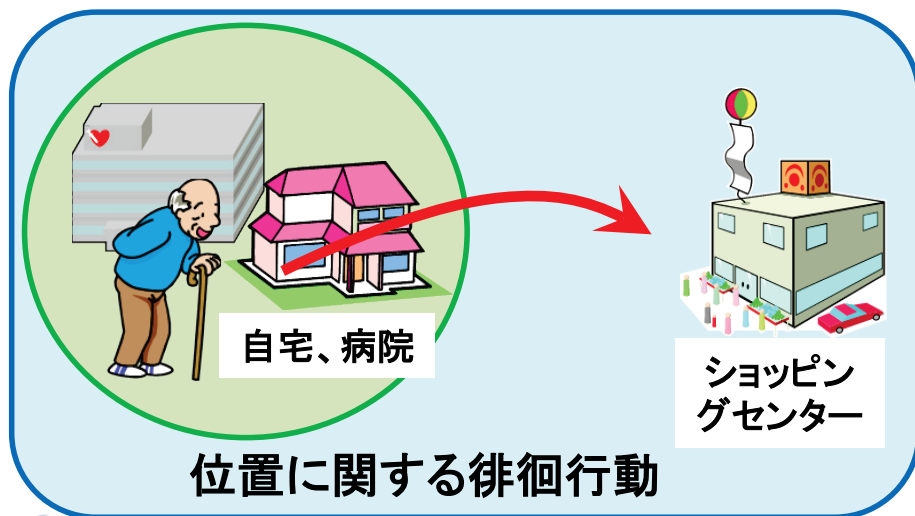
▶通常は行かない場所に対象者がいる事象

▶例: 近辺(自宅、病院など)で行動しているが、その他の場所にいる場合





## ▶時間に関する徘徊行動

▶通常は特定の時間帯にいるはずの場所に対象者がいない事象

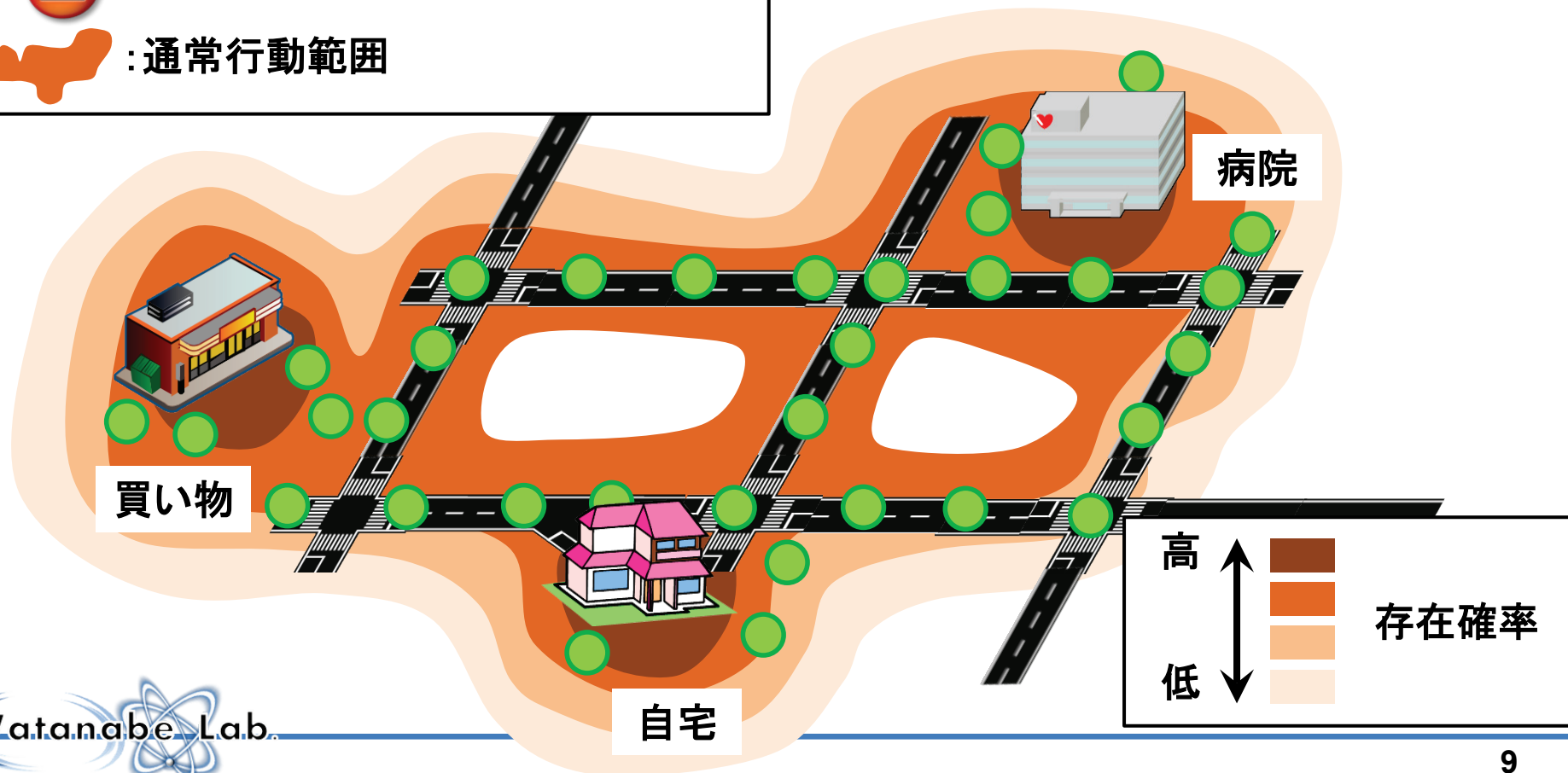
▶例: 夜間に自宅で過ごすが、別の場所にいる場合







# 徘徊行動検出の概要

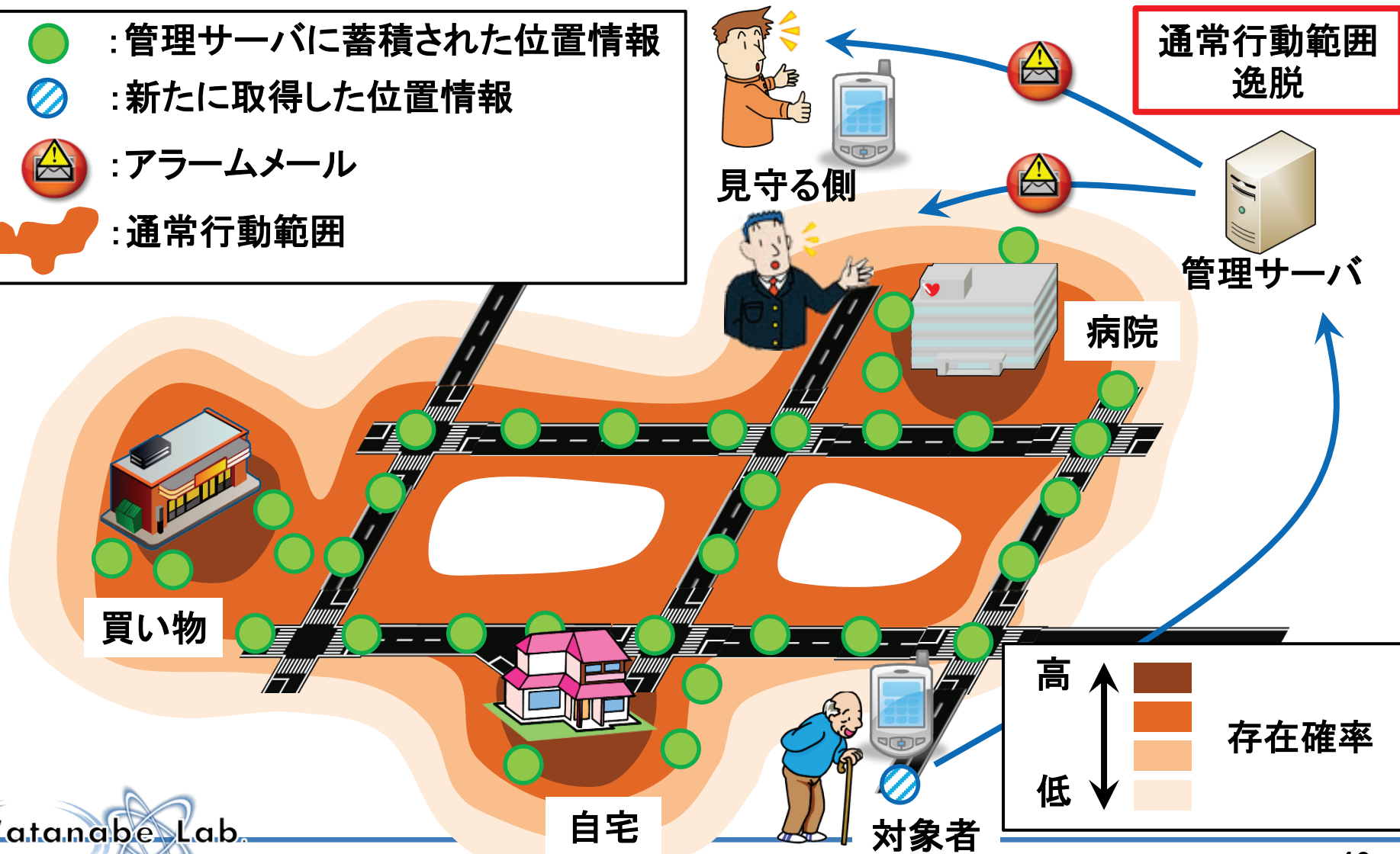
-  : 管理サーバに蓄積された位置情報
-  : 新たに取得した位置情報
-  : アラームメール
-  : 通常行動範囲

▶ 管理サーバに蓄積された位置情報から対象者の存在確率を計算  
⇒ 通常行動範囲



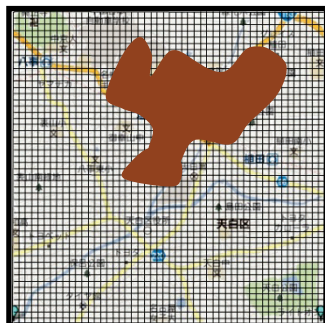
# 徘徊行動検出後

-  : 管理サーバに蓄積された位置情報
-  : 新たに取得した位置情報
-  : アラームメール
-  : 通常行動範囲

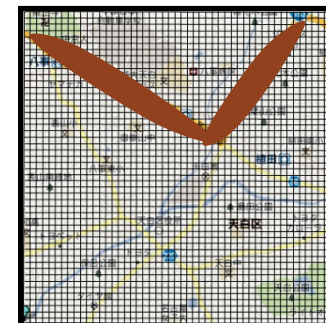


# 位置と時間に関する徘徊行動の検出方法

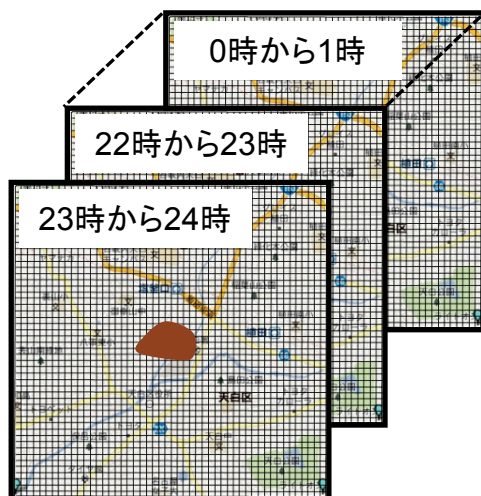
低速移動



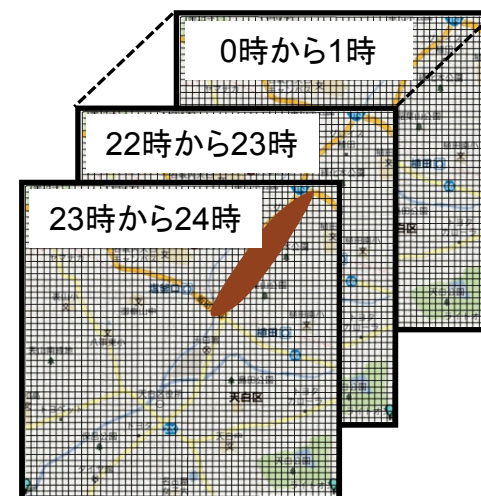
高速移動






全期間(1ヶ月など)を通したもの  
位置に関する徘徊行動を検出



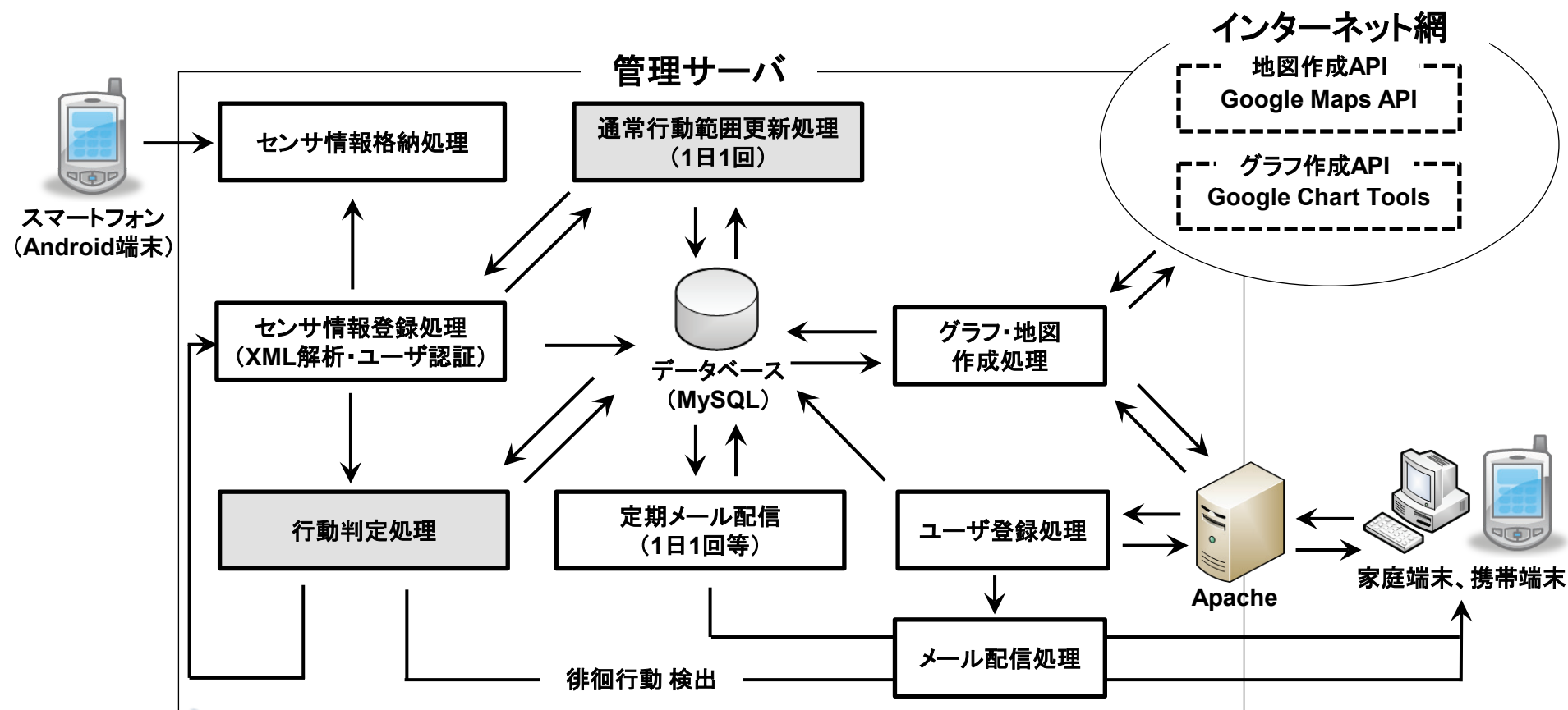
1日を時間帯ごとに分けたもの  
時間に関する徘徊行動を検出






# 実装 -モジュール構成-

-  : 自身がコーディングした処理
-  : 山本研がコーディングした処理
-  : 既存API

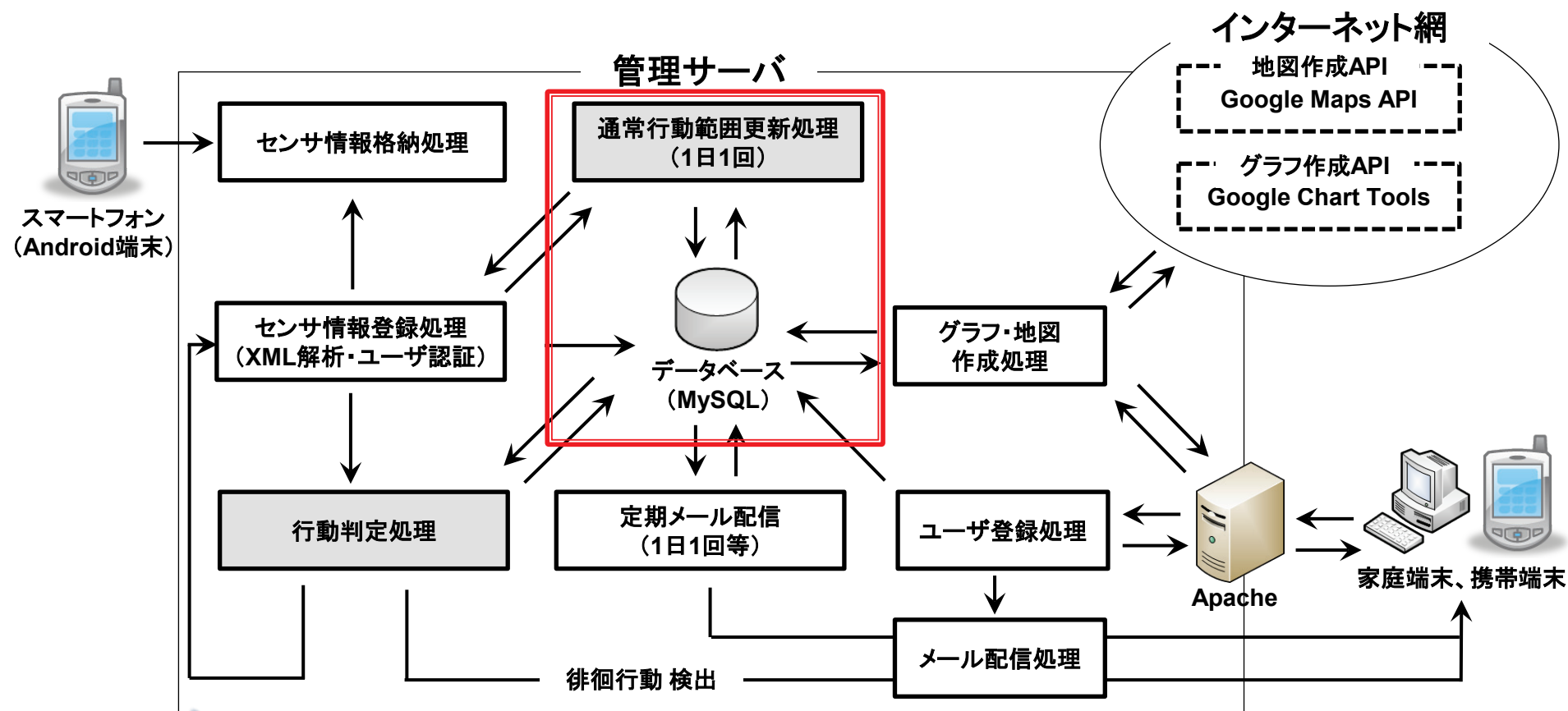
## ▶ 山本研との共同作業



# 実装 -モジュール構成-

-  : 自身がコーディングした処理
-  : 山本研がコーディングした処理
-  : 既存API

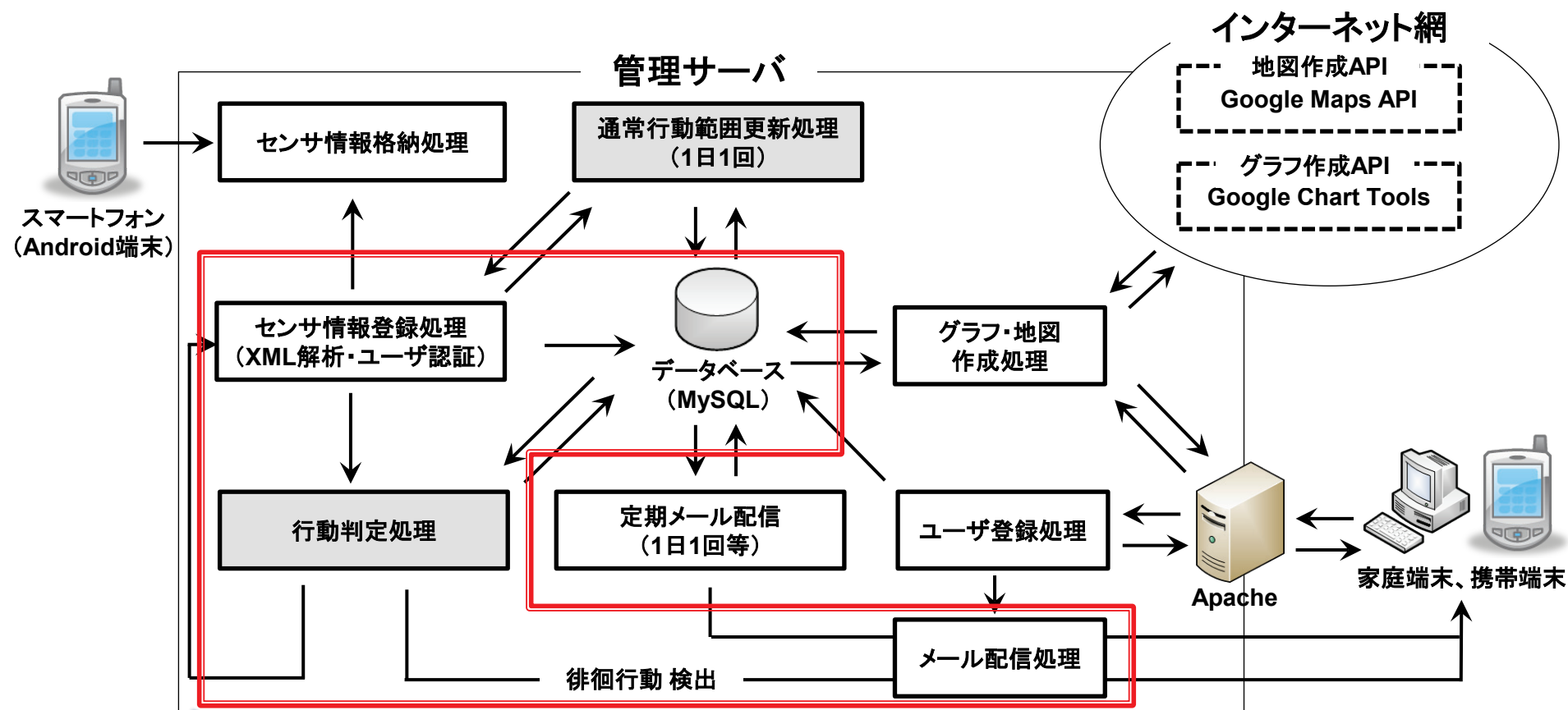
## ▶ 通常行動範囲の更新(1日1回)



# 実装 -モジュール構成-

- : 自身がコーディングした処理
- : 山本研がコーディングした処理
- : 既存API

▶ 徘徊行動を検出した場合、見守る側にメール配信

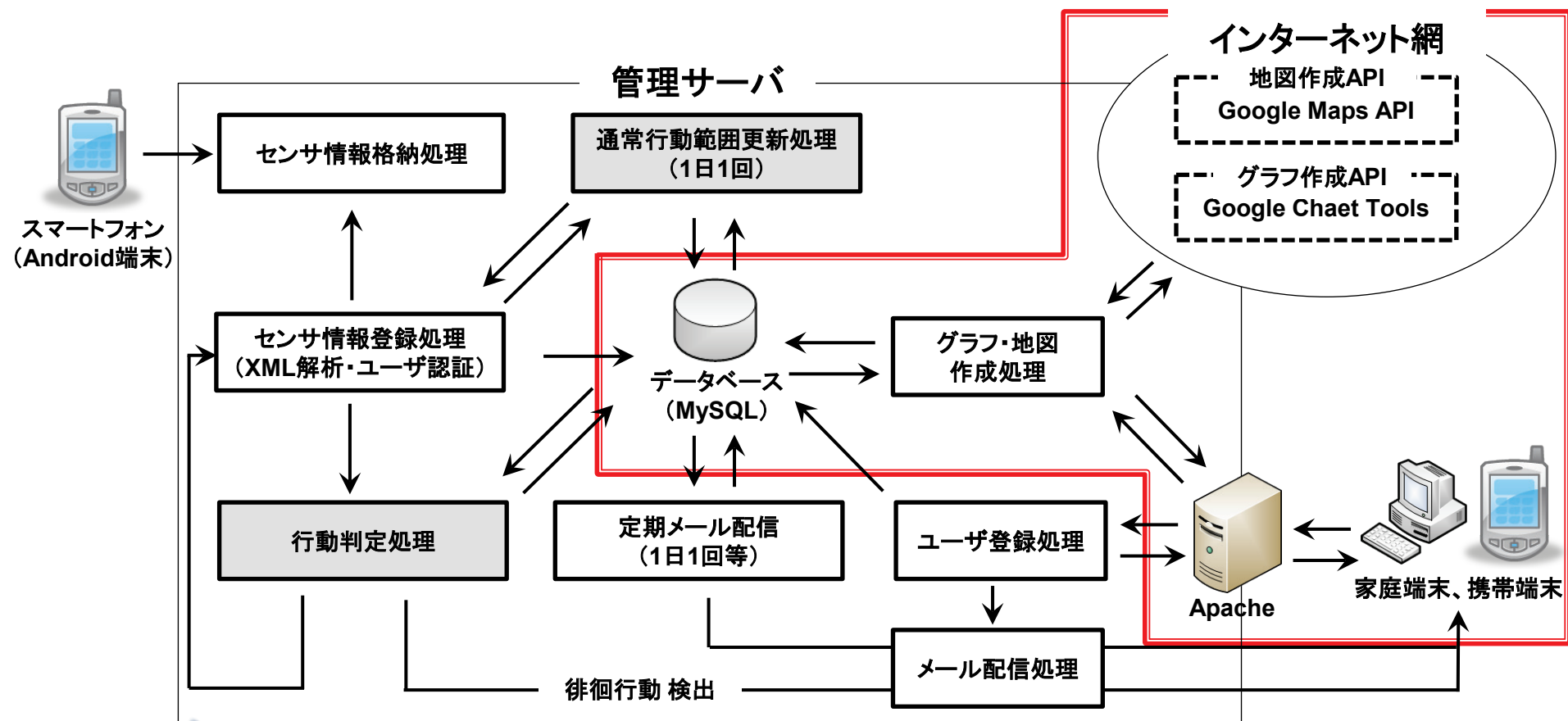




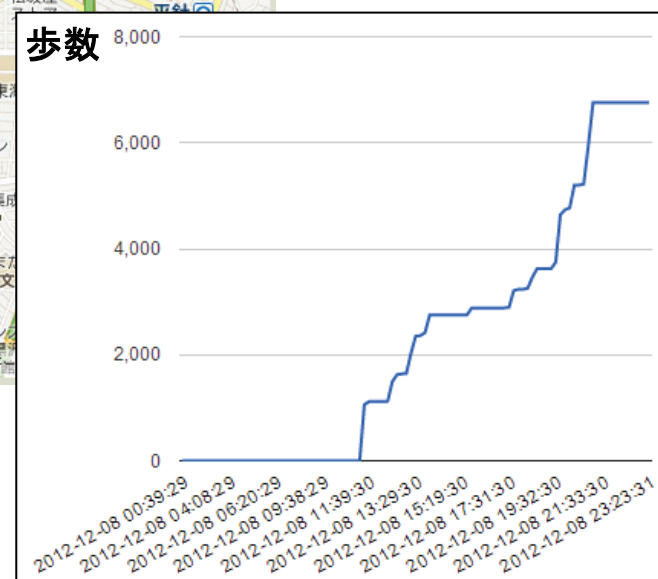
# 実装 -モジュール構成-

- : 自身がコーディングした処理
- : 山本研がコーディングした処理
- : 既存API

▶ 管理サーバに蓄積された情報(位置情報、行動情報)を閲覧



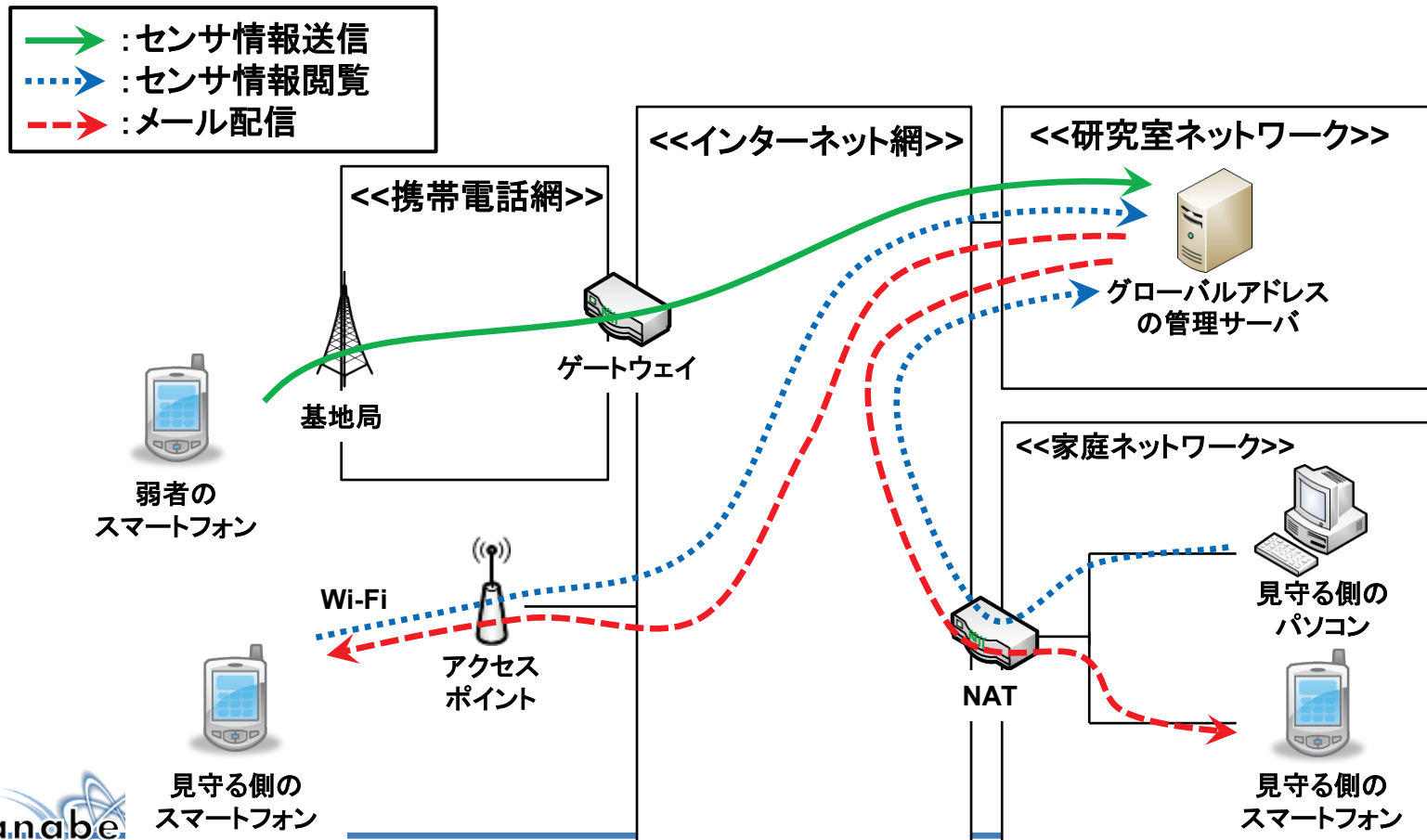
# 管理サーバでの表示例



# 評価 -システム構成-

被験者: 自分  
学習用データ: 1ヶ月間の日時と位置  
サンプリング間隔: 1分

- ▶ Android端末から取得した位置情報を管理サーバに蓄積
- ▶ この位置情報を用いて通常行動範囲を学習



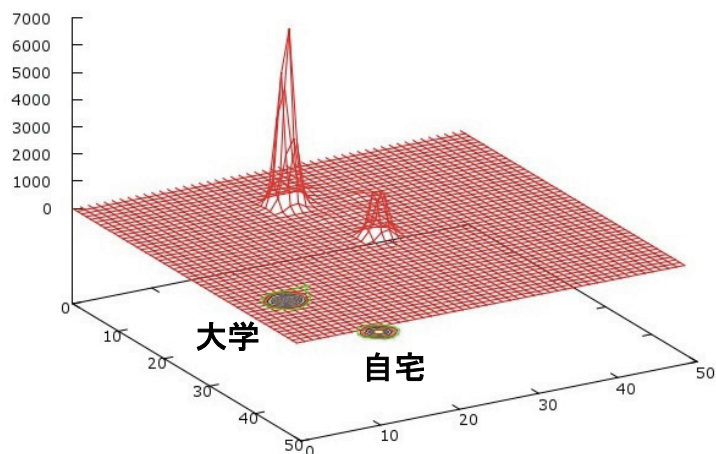
# 通常行動範囲の学習結果

## ▶ 1ヶ月間の確率密度関数

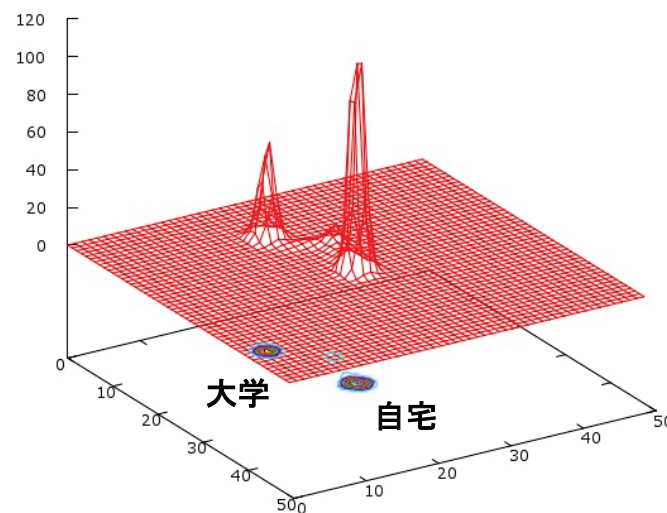
▶ 大学にいる確率が高い

## ▶ 1ヶ月間の午前8時～9時までの確率密度関数

▶ 自宅にいる確率が高い



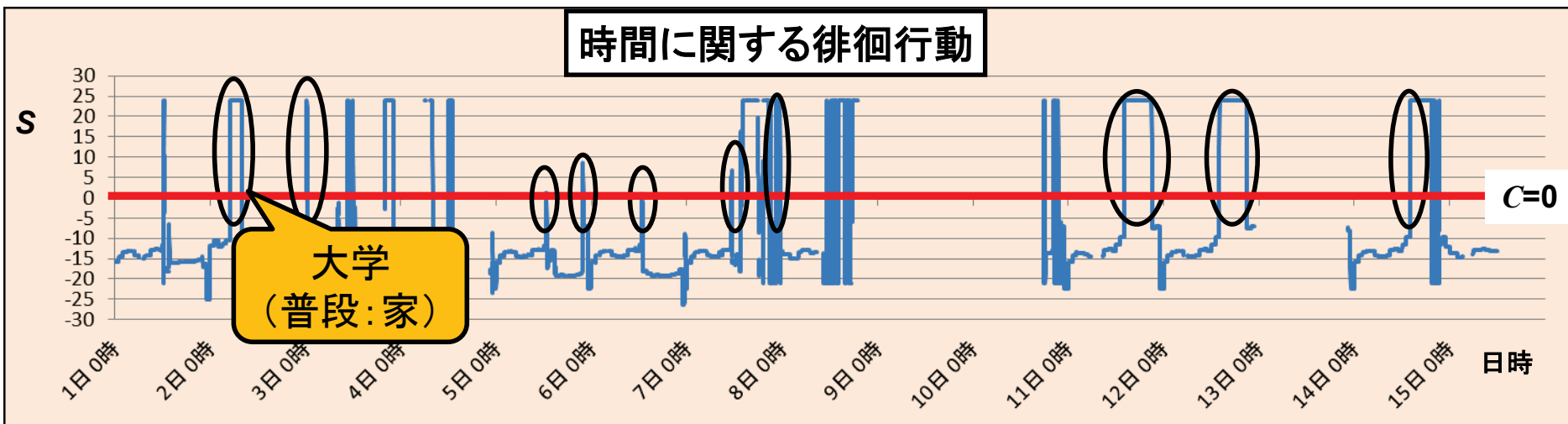
1ヶ月間



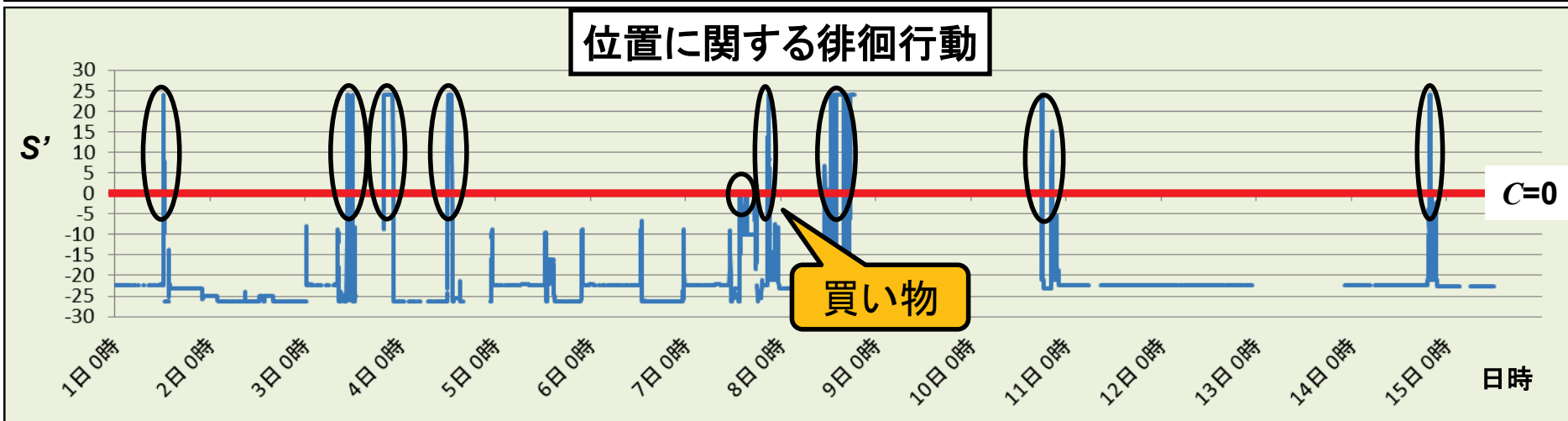
1ヶ月間の午前8時～9時

# 徘徊行動の検出結果

## 時間に関する徘徊行動



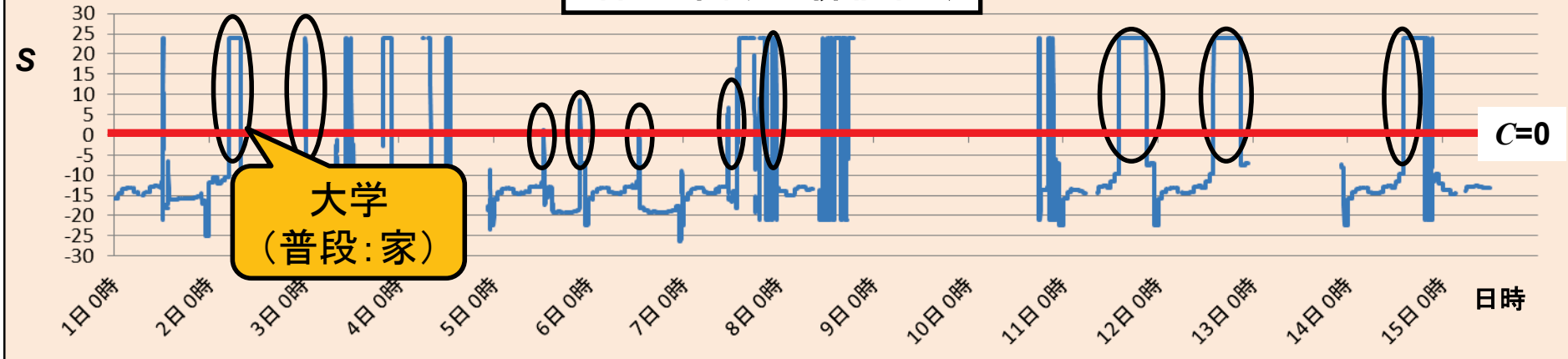
## 位置に関する徘徊行動



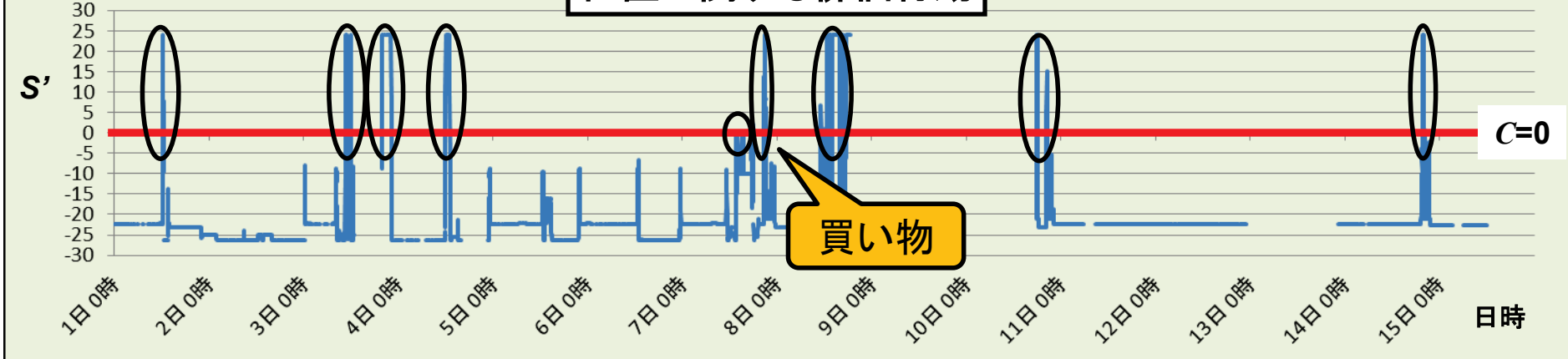
# 徘徊行動の検出結果

低速移動時: 検出率100%  
高速移動時: 検出率80%

## 時間に関する徘徊行動

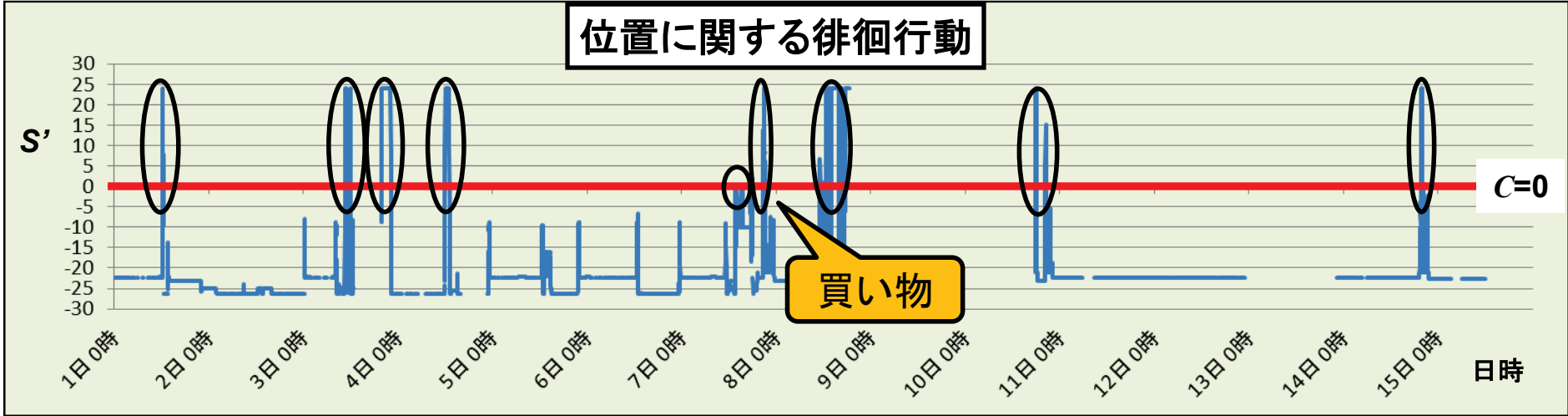
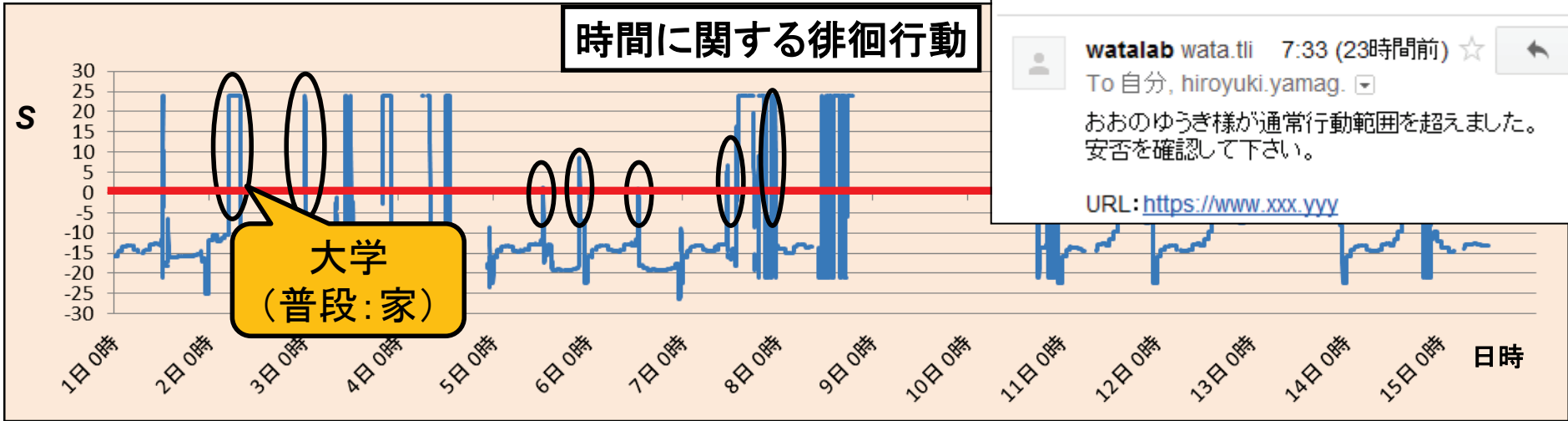
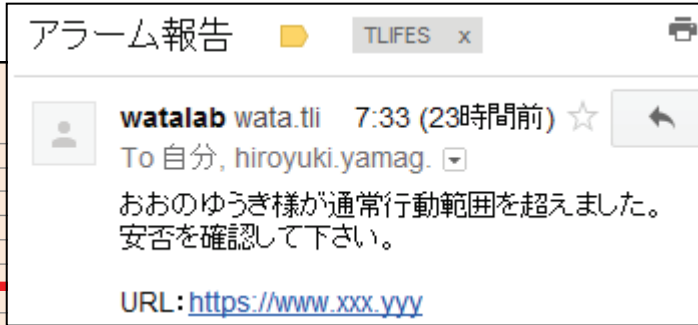


## 位置に関する徘徊行動



# 徘徊行動の検出結果

徘徊行動時にメールが配信されてくることを確認



# 処理時間

- ▶ 通常行動範囲の学習に要する処理時間(1ヶ月間)
  - ▶ 約21秒
  - ▶ 行動範囲が狭くなると処理時間が速くなる  
(今回の被験者の行動範囲が移動直線距離100kmと広い)
- ▶ 徘徊行動の判定に要する処理時間(1パケット毎)
  - ▶ 約1ミリ秒

## 測定条件

CPU:AMD Phenom 2.8GHz

メモリ:4GB



# 既存システムとの比較

	パーソナルセキュリティシステム	どこ・イルカ	TLIFES
自宅、外出中、運転中	外出中	外出中	自宅、外出中、運転中
把握できる情報	位置	位置	位置情報、行動情報 運転情報、健康情報
情報共有相手の設定	無	無	有
通常行動範囲の設定	手動	手動	自動

# まとめ

- ▶ スマートフォンを介して住民が情報を共有し、安心して生活できる社会を作るための統合生活支援システムTLIFESを提案
- ▶ TLIFESの一部機能として、徘徊行動の検出を実現
- ▶ 今後の予定
  - ▶ 被験者を実際の弱者として検証実験
  - ▶ 処理時間の結果を用いて、TLIFESに収容できる人数の評価