

TLIFESにおける省電力化を目的とした 位置測位手法の提案と実装

113430007 加藤 大智
渡邊研究室

1. はじめに

我々はスマートフォンのGPSや加速度センサを利用することにより、住民の生活を支援するシステム TLIFES (Total LIFE Support system) [1] を提案している。しかし、TLIFES では消費電力の高いGPSなどのセンサを利用しており、稼働時間の短さが課題となっている。そこで、本稿ではセンサから得られる情報を元に、GPSによる位置測位に最適な状況かどうかを判別する。GPSによる位置測位に最適でないと判断した場合は位置測位を中止することにより、消費電力を低減する手法を提案する。提案手法をTLIFESに適用した結果、省電力化を実現し、移動経路の把握が同時に実現可能になった。

2. TLIFES

TLIFES では、スマートフォンの通信機能とセンサ機能を活用し、ユーザ同士が情報を共有できるシステムを実現する。スマートフォンのセンサから取得した情報を元に行動判定を行い、位置情報とともに管理サーバに送信、蓄積する。蓄積された情報は、許可されたメンバであれば家庭端末や携帯端末からいつでも閲覧できる。管理サーバでは、現在と過去のセンサ情報を比較することにより、ユーザの異常やその前兆がないかを判断する。異常が検出された場合には、管理サーバからアラームメールを配信する。これにより、緊急時においても迅速な対応が可能である。しかし、TLIFES ではスマートフォンのGPSなど消費電力の大きいセンサを利用するため稼働時間が短さが課題となっている。

特にGPSはセンサの中でも消費電力が大きく、最小間隔で位置情報を取得した場合、GPSのみで連続稼働時間が1日未満になってしまう。一方、GPSの更新間隔を長く設定すれば取得できる位置情報が少なくなり移動経路が判別できない。そのため、TLIFESではGPSをいかに効率良く利用できるかが最大の課題となっている。

3. 提案方式

本章では、ユーザの周囲の状況を把握することにより、GPSを効率的に利用する手法について提案する。周囲の状況の把握には加速度センサ、Wi-Fiといった消費電力の少ないデバイスを段階的に利用する。ユーザが移動していない場合やGPS衛星からの電波が届かない屋内にいる場合など、位置測位の必要がない場合は、GPSの利用頻度を抑える。位置情報取得後も最新の位置情報と過去の位置情報から停滞判定を行うことにより、更新時間を動的に変更し消費電力削減を行う。

提案方式の処理手順を図1に示す。また、その詳細を以下に示す。

1. スマートフォン保持判定
加速度センサを用いることにより、ユーザがスマートフォンを保持しているかどうかをチェックする。一定時間、加速度センサで取得した値が一定値以下だった場合を放置中と判定する。この場合は、位置は変化していないと考えられるため位置測位は行わない。放置中と判定されなかった場合は(2)の手順でユーザの移動・停滞判定を行う。
2. スマートフォンの移動・停滞判定
Wi-Fiを用いて周囲の状況を把握することにより、ユーザの移動・停滞判定を行う。Wi-Fiで周囲のBSSID (Basic Service Set Identifier) を検索し、前回取得したBSSIDの組と1つでも一致した場合は、Wi-Fiの電

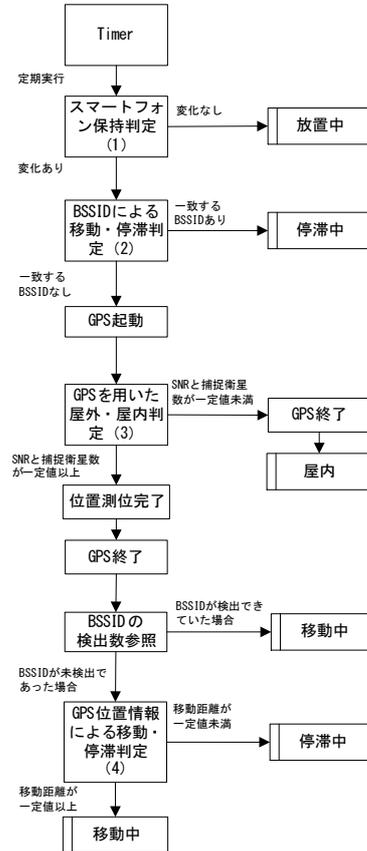


図 1: 提案方式の処理手順

波到達範囲内 (約 100 m) であるため、ユーザが大きく移動していない状態 (停滞中) と判定してGPSによる位置測位を行わない。前回取得したBSSIDと一致するものが1つもなかった場合は、ユーザが移動していると判定し、GPSによる位置測位を開始する。このとき取得したBSSIDが次回の移動・停滞判定の判定基準となる。

3. 屋外・屋内判定
GPS捕捉衛星数と信号対雑音比 (SNR) を利用することで屋外・屋内判定を行う。捕捉衛星数とSNRが一定値未満であった場合を屋内にいると判定し、位置測位を終了する。GPS捕捉衛星数とSNRが一定値以上だった場合を屋外と判定し位置測位を続ける。
4. GPS位置情報による移動・停滞判定
判定には、最新の位置情報と過去に移動中と判定された最後の位置情報を用いる。この2つの位置情報から移動距離を算出する。移動距離が一定値以上の場合を移動中、移動距離が一定値未満の場合を停滞中とする。なお、停滞中と判定された場合には、停滞中と判定される度に一定値を超えない範囲でGPS起動間隔を長く設定していく。また、数回停滞中と判定された後、移動中と判定された場合には起動間隔を短く設定することにより、GPSの起動回数を減らす。

4. 評価

4.1 評価方法

提案方式の有効性を確認するために以下の3つケースによる試作システムを作成した。試作システムを持って被験者に歩行してもらい、そのときの移動経路とスマートフォンのバッテリー残量を評価した。被験者は、名城大学に2時間停滞し、その後40分間大学の周りを歩行した後に、再び大学に戻る移動を行った。

- Case1: 従来の TLIFES (GPS 取得間隔: 10 分)
- Case2: 従来の TLIFES (GPS 取得間隔: 2 分)
- Case3: 提案手法を適用した TLIFES

各ケースにおける移動履歴表示結果を図2, 図3, 図4に示す。なお、図中の破線は被験者が歩行した実際の移動経路である。この時の、GPS 測位回数を表1に示す。



図 2: Case1 における移動履歴



図 3: Case2 における移動履歴



図 4: Case3 における移動履歴

表 1: 各ケースにおける GPS 測位回数

	Case1	Case2	Case3
移動中の測位回数	5	15	13
停滞中の測位回数	25	135	0
位置測位回数	30	150	13

4.2 移動経路の判別

Case1 では GPS の更新間隔が長く、位置情報から移動経路を正確に把握することができない。また、ユーザが移動していない場合も定期的に位置測位を行うため、30 回の位置測位を行った中で、有用と言える位置情報は移動中の5つの位置情報だけである。

Case2 では取得できる位置情報が多いため、移動経路を正確に読み取ることができる。しかし、Case1 と同様に停滞中の位置測位回数が多く、有用な位置情報は全体の1割程度である。しかも、停滞中は GPS 衛星からの電波状況が悪い屋内にいるため、位置測位で位置情報を得られないケースが発生している。

Case3 では、名城大学を出発したことを検出し、移動中のみ位置情報を更新することができた。移動経路においても、おおよその移動経路を把握することができた。

4.3 バッテリー残量の変化

各ケースにおけるバッテリー残量の変化を図5に示す。

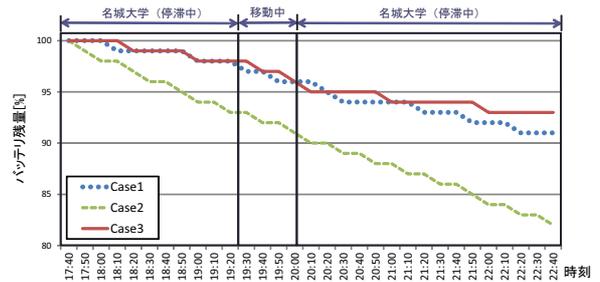


図 5: バッテリー残量の変化

Case1 では 10 分に一度の GPS 起動により、移動中、停滞中のどちらの場合も一定の割合でバッテリー残量が減少している。

Case2 では 2 分に一度の GPS 起動を行なっているため、Case1 と比較してバッテリー残量の減少率が高いことがわかる。

Case3 では、移動中と判定された場合のみ GPS を 2 分間隔で使用するため、移動中のバッテリー残量は Case1 と同等の割合で減少する。しかし、名城大学で停滞している時は、加速度と Wi-Fi を用いた BSSID 検索、GPS の状態などから停滞していることを判定し、GPS の更新を行わないため残量の変化が少ないことがわかる。ユーザは移動しているより、自宅や病院など屋内に停滞している場合が多いと考えられ、提案方式により大きな省電力効果が見込める。また、今回の実験では消費電力を Case2 の半分に抑えることに成功した。

参考文献

- [1] 大野雄基, 土井善貴, 手嶋一訓, 加藤大智, 山岸弘幸, 鈴木秀和, 旭 健作, 山本修身, 渡邊 晃: 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).

TLIFESにおける省電力化を目的とした 位置測位手法の提案と実装

名城大学大学院 理工学研究科

渡邊研究室

113430007 加藤 大智

はじめに

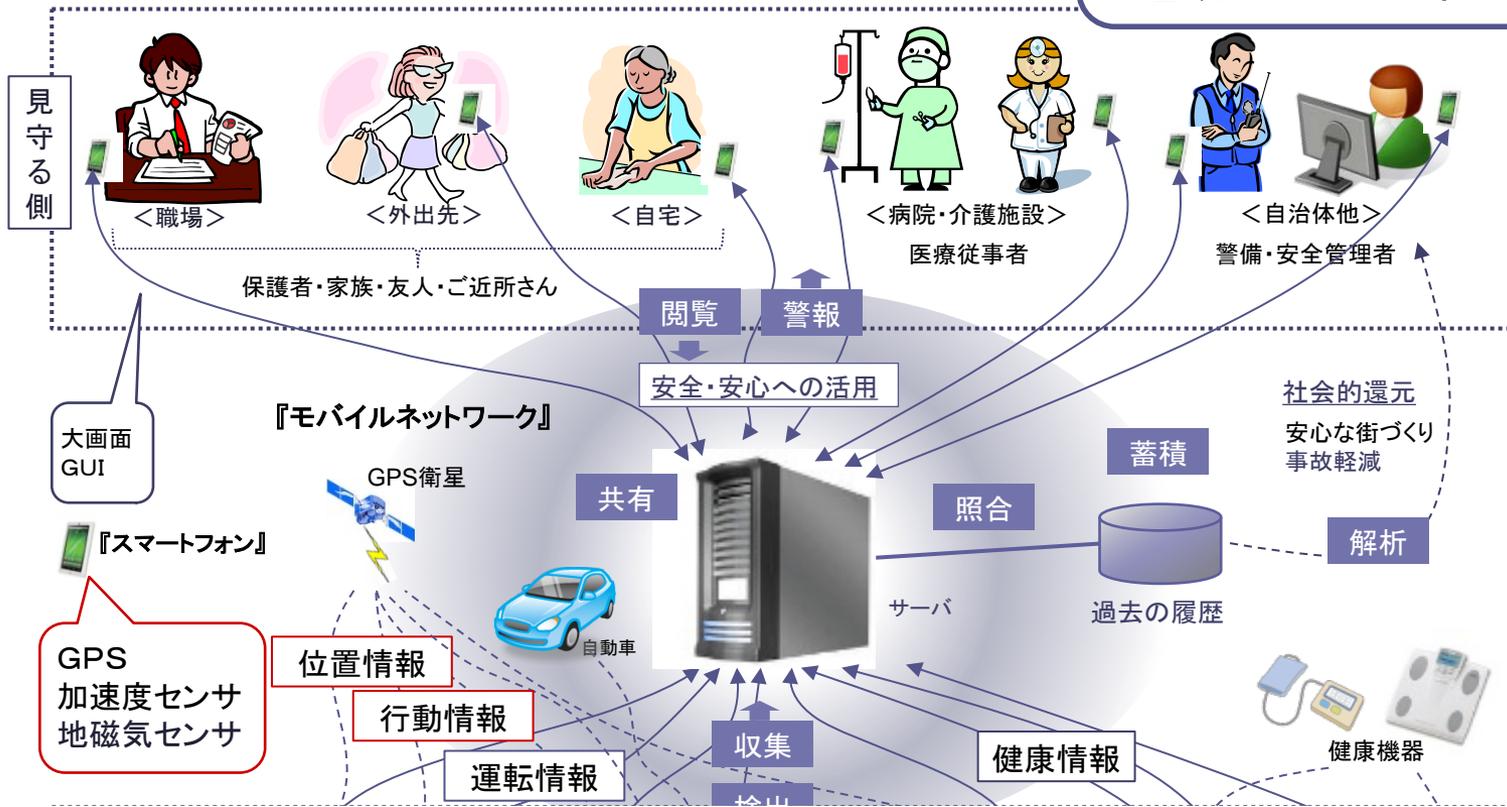
- 子どもたちを狙った事件の増加
- 高齢者の孤独死や徘徊行動の増加
- ⇒ 見守りに対する関心が高まっている



- TLIFES (Total LIFE Support system) を提案
 - スマートフォンのセンサ類から情報を収集・解析
 - ユーザの見守りや生活支援を行うシステム

TLIFESの概要

- ・見守り
- ・ライフログ
- ・地域コミュニティの活性化

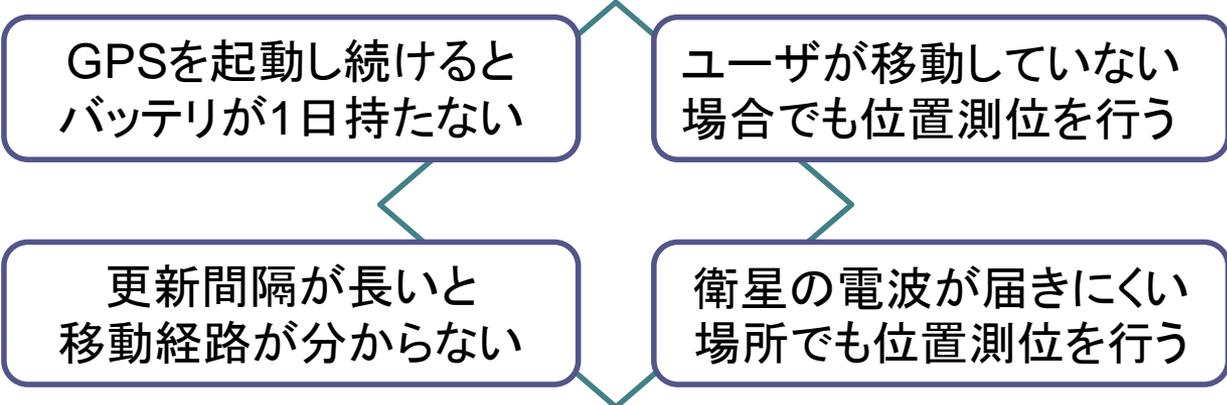


消費電力が大きい
センサを利用



課題
稼働時間の短さ

GPSを利用するにあたっての課題



少ない ← バッテリー消費 → 大きい



GPSを10分に一度起動した場合のプロット



GPSを2分に一度起動した場合のプロット

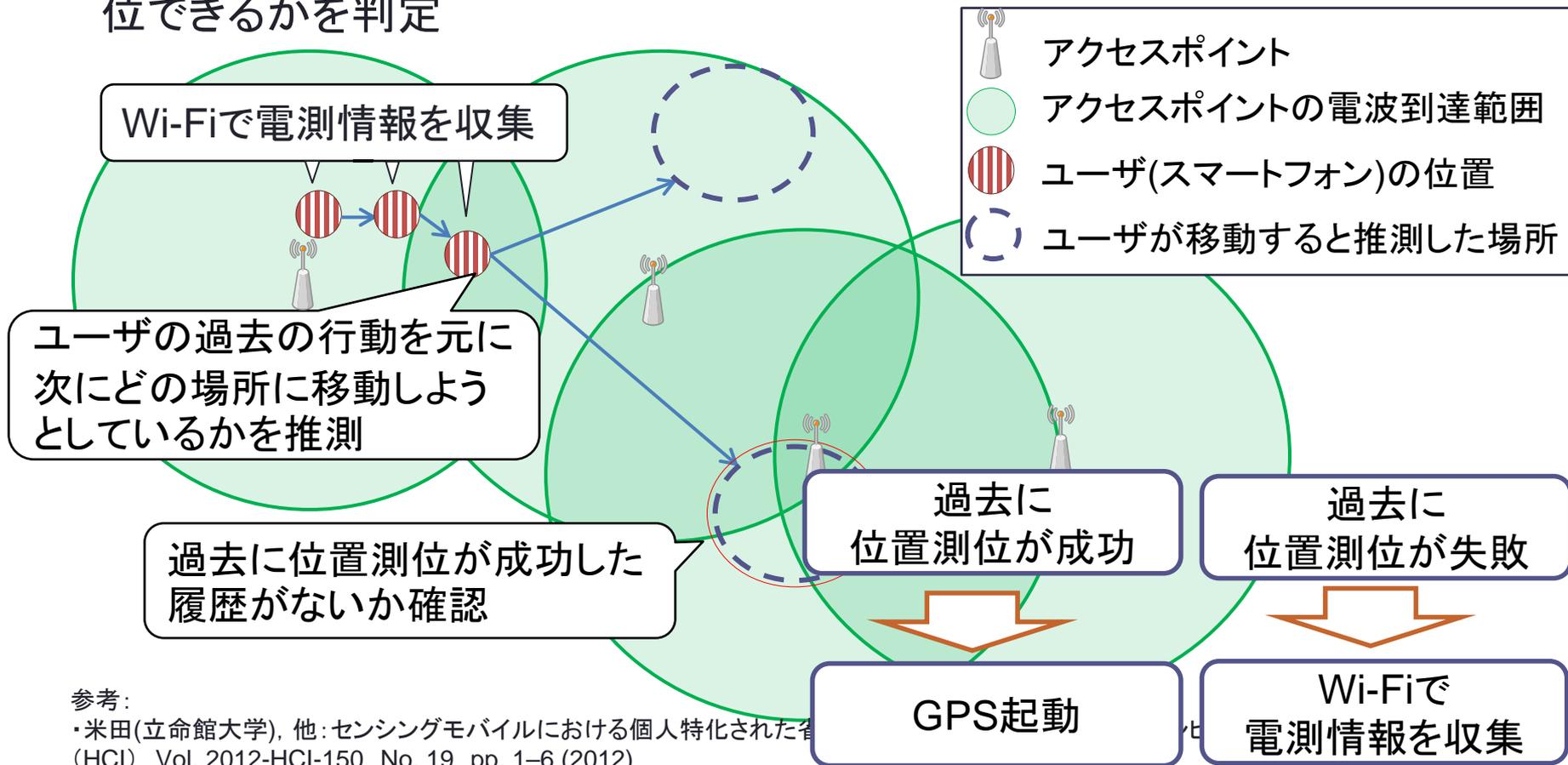
GPSを効率的に
利用する方法が必要

既存技術

センシングモバイルにおける個人特化された省電力機構

特徴

- 予めデータベースに蓄積した電測情報と位置測位成功履歴を元に位置測位できるかを判定



参考:

・米田(立命館大学), 他:センシングモバイルにおける個人特化された省電力機構 (HCI), Vol. 2012-HCI-150, No. 19, pp. 1-6 (2012).

既存技術の問題点

- 電測情報と位置測位成功履歴を予めデータベースに蓄積しておく必要がある
 - ⇒ 初めて訪れる場所やデータ数が少ない場所では利用できない
- 位置測位できる場所に停滞している場合
 - ⇒ GPSを毎回更新してしまうため、省電力化が行われない

参考:

・米田(立命館大学), 他: センシングモバイルにおける個人特化された省電力機構, 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol. 2012-HCI-150, No. 19, pp. 1-6 (2012).

提案方式

• 特徴

- ユーザの停滞を検出し、停滞中は位置測位を行わない
- GPS衛星数から位置測位ができない状態を検出し位置測位を中止する

Wi-Fiによる
移動・停滞判定

Wi-Fiを用いて周囲のアクセスポイントの情報を収集し
ユーザの停滞を検出を行う

位置情報による
移動・停滞判定

周囲にアクセスポイントがない場合に利用
取得した位置情報から移動距離を算出することで
ユーザの停滞を検出

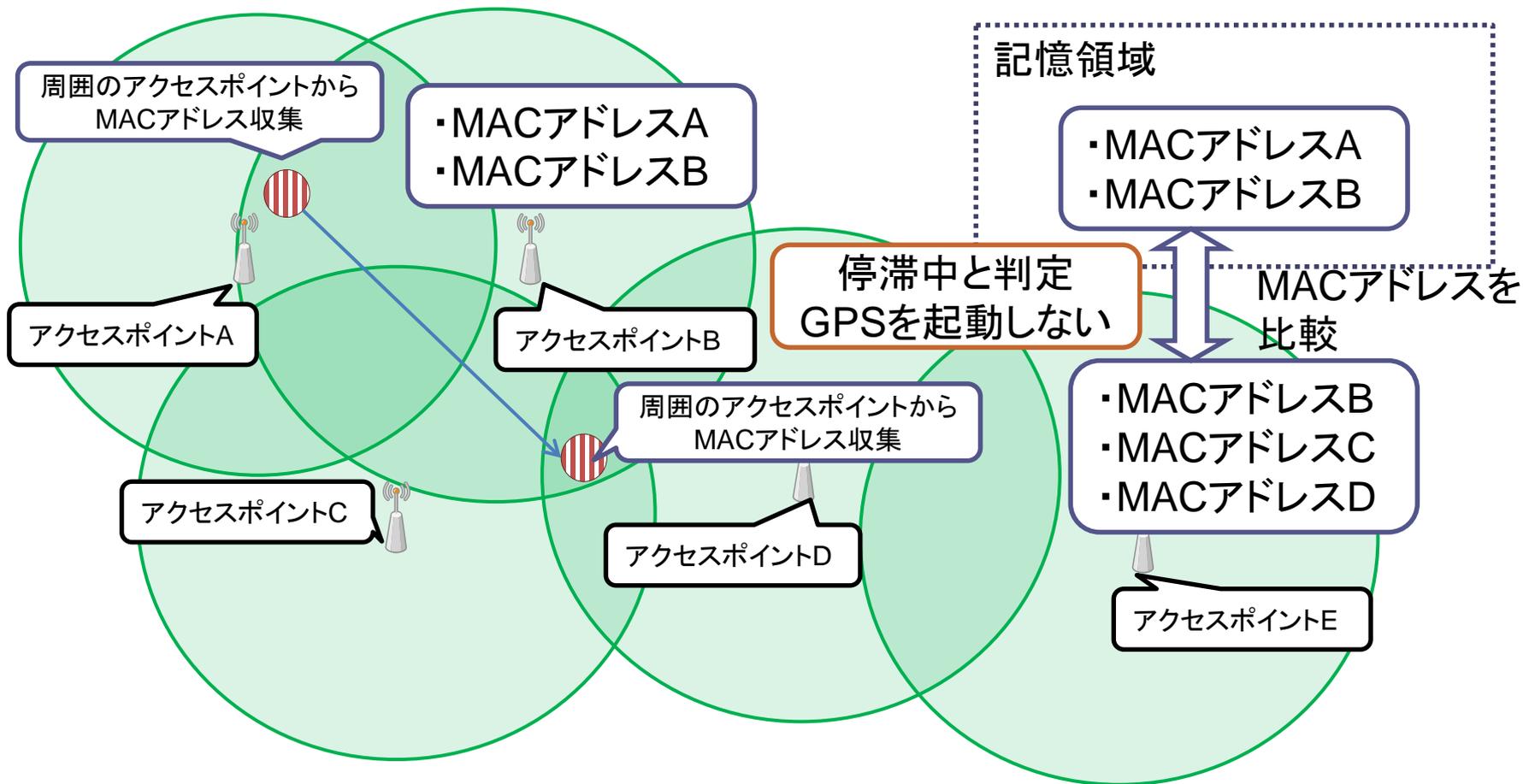
屋内・屋外判定

GPS衛星の捕捉数から屋内に停滞していることを検出
屋内にいる場合は位置測位を中止

Wi-Fiによる移動・停滞判定

	アクセスポイント		ユーザの位置
	アクセスポイントの電波到達範囲		停滞範囲

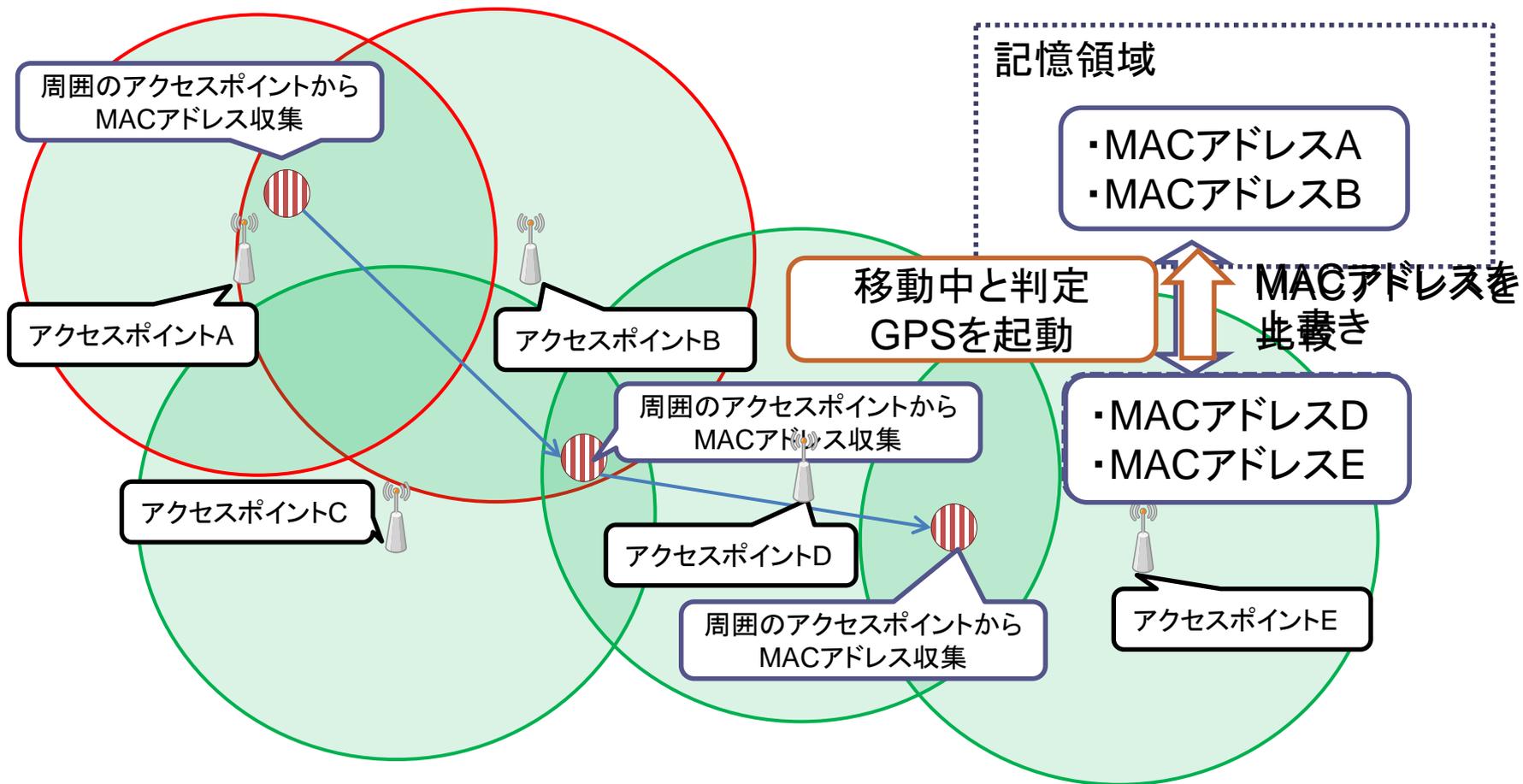
- 周囲のアクセスポイントのMACアドレスを取得することで、ユーザの停滞を検出



Wi-Fiによる移動・停滞判定

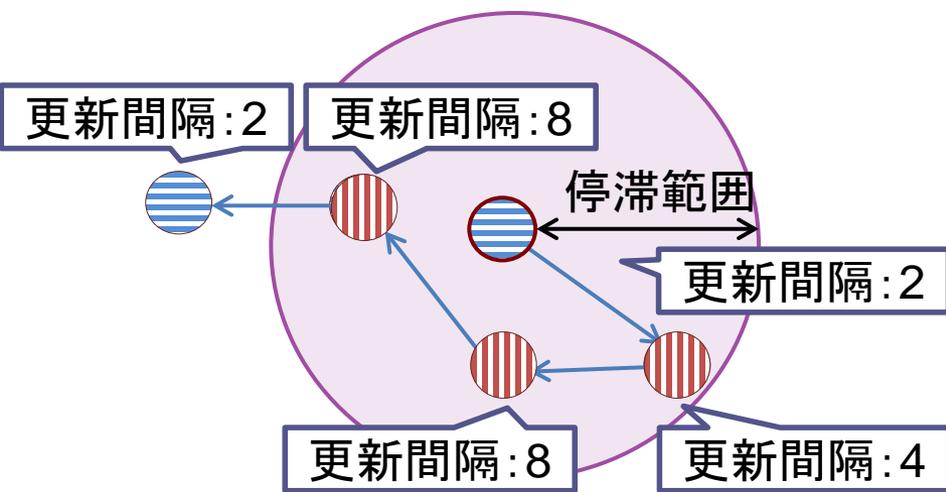
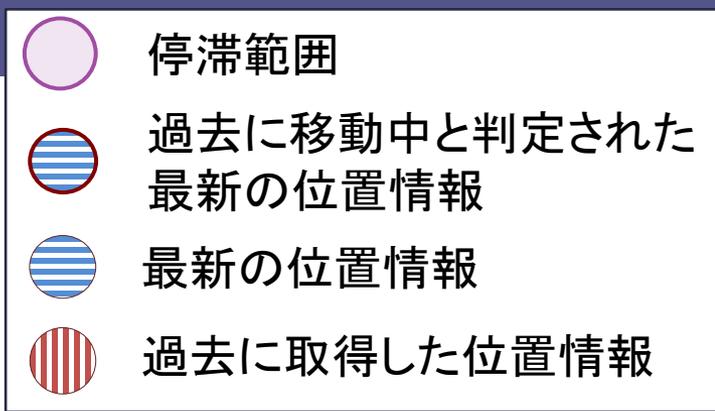
	アクセスポイント		ユーザの位置
	アクセスポイントの電波到達範囲		停滞範囲

- 周囲のアクセスポイントのMACアドレスを取得することで、ユーザの停滞を検出

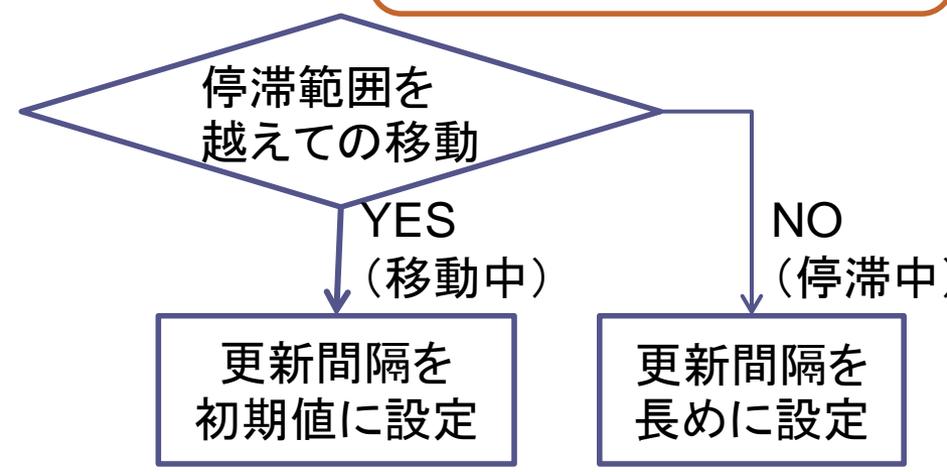


Wi-Fiによる移動・停滞判定が利用できない場合

- 位置情報による移動・停滞判定
 - 位置情報から移動距離を算出
 - 停滞範囲を越えて移動していないかを確認
 - 停滞している場合は、更新時間を一定値を越えない範囲で増加させる



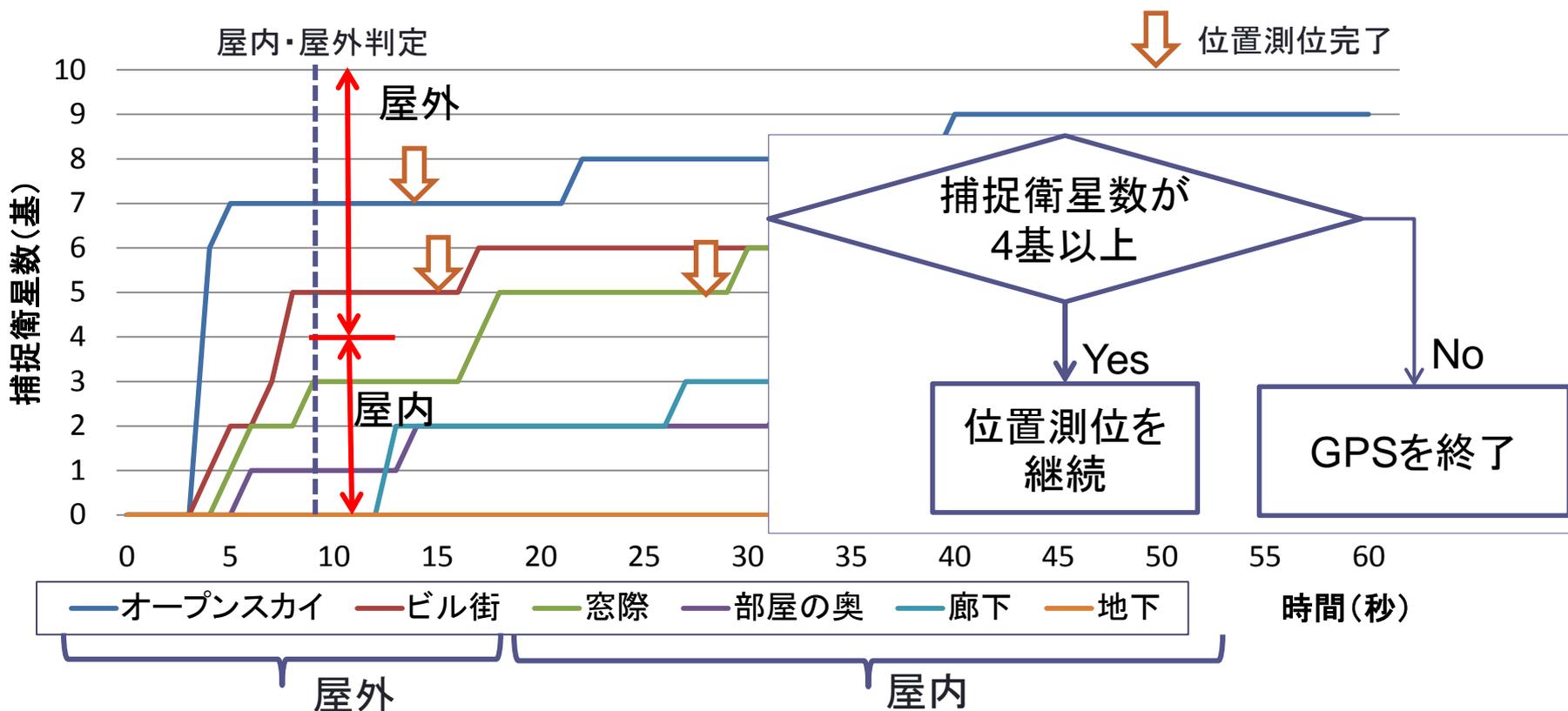
停滞を検出して、GPSの起動回数を減らす



更新間隔: 2 → 4 → 8 → 8 → 2

屋内・屋外判定

- GPS受信機の情報を取得
 - GPS衛星の捕捉数と位置測位開始から完了までの時間差を利用
 - 捕捉しているGPS衛星数が少ない場合は位置測位を中止する



実装

実装済み

Wi-Fiによる
移動・停滞判定

Wi-Fiを用いて周囲のアクセスポイントの情報を収集しユーザの停滞を検出を行う

屋内・屋外判定

GPS衛星の捕捉数から屋内に停滞していることを検出

未実装

位置情報による
移動・停滞判定

周囲にアクセスポイントがない場合に利用取得した位置情報から移動距離を算出することでユーザの停滞を検出

評価

- 実験環境

- 試作システムを作成して提案手法の有効性の評価
 - Case1: 従来のTLIFES (GPS 取得間隔: 10 分)
 - Case2: 従来のTLIFES (GPS 取得間隔: 2 分)
 - Case3: 提案手法を適用したTLIFES

- 評価ポイント

- 移動経路を把握できるか
- 停滞中に無駄な位置測位を行っていないか
- どの程度消費電力を削減できるか

評価

- Case1: 従来のTLIFES (GPS 取得間隔: 10 分)
- Case2: 従来のTLIFES (GPS 取得間隔: 2 分)
- Case3: 提案手法を適用したTLIFES

実験

- 被験者: 1名
- 実験端末: GalaxyNexus × 3台 (Case1~3を適用)
- 移動経路: 名城大学に2時間停滞 → 大学周辺を40分間移動 → 大学に2時間停滞



名城大学(出発点・終着点)



実際の移動経路

評価

- Case1: 従来のTLIFES (GPS 取得間隔: 10 分)
- Case2: 従来のTLIFES (GPS 取得間隔: 2 分)
- Case3: 提案手法を適用したTLIFES



Case1



Case2



Case3

各ケースにおけるGPS 測位回数

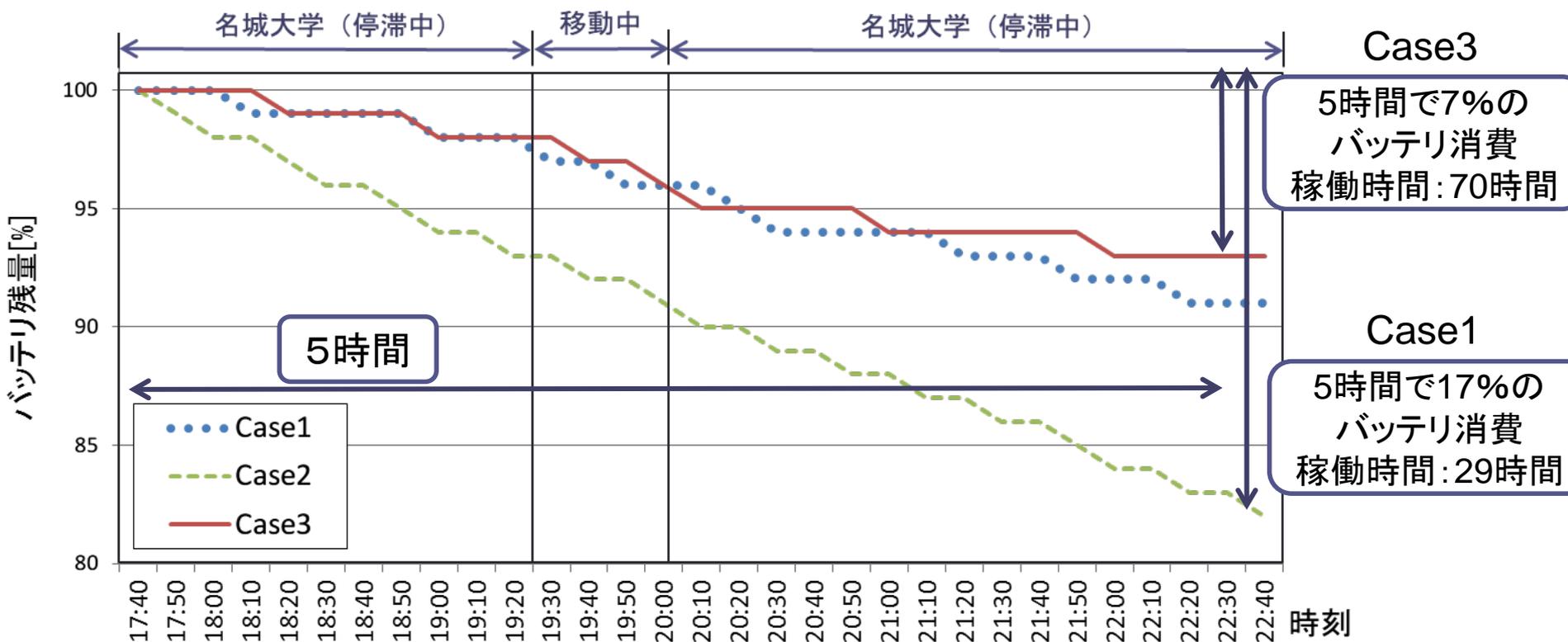
	Case1	Case2	Case3
移動中の位置測位回数	5	15	13
停滞中の位置測位回数	25	135	0
位置測位回数	30	150	13

バッテリー残量の変化

- Case1: 従来のTLIFES (GPS 取得間隔: 10 分)
- Case2: 従来のTLIFES (GPS 取得間隔: 2 分)
- Case3: 提案手法を適用したTLIFES

測定結果

- 提案システム (Case3) を導入することで、Case2の半分以下の消費電力で稼働することを確認



まとめ

- 停滞を検出しGPSの起動を減らすことで、消費電力を半分以下に抑えつつ、移動経路を把握できることを確認した
- 今後の課題
 - 自動車や電車などで長時間の移動をする場合の検討を行う
 - 位置情報による移動・停滞判定の実装と評価