

# スケジュール情報と位置情報の制約を用いた行動管理用 Android アプリケーションの試作

岩永 有平<sup>1,a)</sup> 中野 裕司<sup>1</sup> 永井 孝幸<sup>1</sup>

**概要：**一人暮らしなど生活環境が大きく変化することの多い大学生にとって、授業や行事等の予定を管理することは容易ではない。既存のスケジュール管理ツールはスケジュールの管理や通知等の機能を用いてユーザの予定管理を支援するが、通知を受け取った後に目的地へ行き予定を遂行するかどうかはユーザ次第である。そこで本研究では、ユーザの現在地を取得して目的地と比較することにより「決められた時間に決められた場所へ行くこと」を支援するという行動の制約を目指した。利用環境に屋内の教室等を想定した場合、ユーザの位置推定は GPS だけでは不十分であることがわかったので、無線 LAN アクセスポイントの位置情報と電波強度を用いた位置推定に着目した。熊本大学黒髪南キャンパス 2 号館内で調査を行った結果、今いる部屋を特定できるレベルの位置推定には無線 LAN が有用であることを確認できた。Android アプリケーションとして予定管理機能の開発を進めている。

**キーワード：**位置推定, スケジュール, 行動管理, Android, HTML5, 無線 LAN

## 1. 背景

大学生活を送る上で、行動を自己管理することは重要である。しかし、一人暮らし等、生活環境が大きく変化することの多い大学生にとって、授業や行事等の予定を管理することは容易ではない。本研究では、ICT(Information and Communication Technology)を用いて、大学生活における行動管理を支援するツールの開発を試みた。

モバイル端末における既存のスケジュール管理ツール(Google カレンダー [2], ジョルテ [5] 等)は、優れた機能を多く持っている。しかし、これらのツールは、ユーザに予定の遂行を促す機能を持っていない。そのため、ツールから予定の通知が行われた場合、実際に予定が行われる場所へ行き予定を遂行するかどうかはユーザ次第である。

そこで本研究では、スケジュール情報と位置情報を要素とした「決まった時間に決まった場所にいると不利益を被る、または利益を得る」機能の開発を試みた。この機能により「決められた時間に決められた場所へ行くこと」を支援するという行動の制約を目指した。本研究では、大学講義を主とした建物内での使用を想定している。行動管理を支援するには常にツールを携帯している必要があるため、プラットフォームとしてモバイル端末を利用すること

とした。モバイル端末とは、スマートフォンやタブレット型端末のことである。

## 2. 既存のスケジュール管理ツール

本節では、Google カレンダー、ジョルテを取り上げ、行動管理の観点から機能を整理する。

### 2.1 Google カレンダー

Google カレンダー [2](図 1)は Google が開発したカレンダーサービスであり、Web ブラウザ上でスケジュールを管理出来る。クラウド上にデータを保管することで、インターネットに接続出来る環境さえあればどこからでも利用出来る。その他に、以下のような機能を持つ。

- 他のユーザとスケジュールを共有
  - モバイル端末のアプリやモバイル版 Google カレンダーと双方向に同期
  - 携帯電話へのメッセージやメールを用いた通知
  - オフラインでも読み取り専用のカレンダーを閲覧
- また、Web ブラウザとして Google Chrome を利用すると、以下のような拡張機能を利用出来る。
- 予定までの残り時間、日数をツールバー内に表示
  - カレンダーのメニューなど細かい表示設定

<sup>1</sup> 熊本大学  
Kumamoto University

<sup>a)</sup> iwanaga@st.cs.kumamoto-u.ac.jp

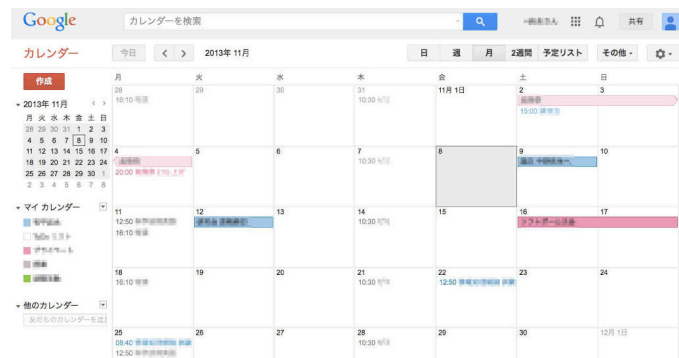


図 1 Google カレンダー

## 2.2 ジョルテ

ジョルテ [5](図 2) は、実際のシステム手帳に近付けた UI 設計であり、見た目の良さや使いやすさにこだわっている。以下のような機能を持つ。

- 自分に合った様々なスタイルにカスタマイズでき、様々なウィジェットを用意。
- 様々な表示形式によるカレンダー表示の切替え、横向きにすると表示が自動で切替えなどの機能
- ジョルテクラウドや Google カレンダーとの同期機能
- 他ユーザとのカレンダーの共有
- スケジュールデータのエクスポートが可能

## 2.3 既存ツールの考察

本節では、多くのユーザを持つスケジュール管理ツールを 2 つ紹介した。どちらもカレンダー機能、通知機能により予定を確認することが可能で、個々に特有の機能を多く持っている。しかし、これらのツールでは予定を確認することは出来ても、実際に予定が行われる場所へ行き、遂行するかはユーザ次第であり、ユーザの行動を強く促す機能は持っていない。これを踏まえ、次節では、ユーザの行動管理を支援するために必要と考えた機能を紹介する。



図 2 ジョルテ (引用:<https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.co.johospace.jorte&hl=ja>)

## 3. 本研究のツールに必要な機能

本研究の目的は、スケジュール情報と位置情報を用いることで、ユーザの行動管理を支援することである。そこで、従来のカレンダー機能に、本節で紹介する「行動の制約」を追加し、予定の実行を強く促す。

大学講義を始めとした大学生活の支援を想定しており、大学キャンパス内を利用環境とした。

行動管理を支援するためには常にツールを携帯する必要がある。プラットフォームとしてはモバイル端末がふさわしい。本節では行動管理用モバイルアプリケーションに必要なとなる機能について述べる。

### 3.1 位置推定

ユーザの行動管理を支援する上で、位置情報は欠かせない要素の一つである。本研究では、大学生活での利用を想定しており、そのためにはユーザの現在地を「部屋レベル」で特定できる機能が必要である。ここでの部屋レベルとは、教室を特定出来る程度の精度 (10m 以内) を指す。

4 節では、モバイル端末がネットワークに接続出来る環境での位置推定について述べる。5 節では、使用場面を屋内と限定して位置推定に無線 LAN を利用 [6] することで、位置推定の精度を上げる方法について述べる。

### 3.2 スケジュール管理

本研究では、スケジュール管理機能に行動の制約を追加するため、元となるスケジュール管理機能も必要である。Google カレンダーからスケジュール情報を取得して扱うことで、既存のスケジュール管理ツールと遜色無い機能を実装出来ると考えている。

### 3.3 行動の制約

本研究で扱う行動の制約とは、スケジュールの通知時にユーザの現在地を取得し、目的地と比較することにより「決まった時間に決まった場所にはないと不利益を被る、または利益を得る」機能である。以下のような例を想定して

いる。

- 目的地にいと判断されなければ止められないアラート
- 講義時間に講義が行われる教室にいて、講義の出席をとり、資料等をダウンロード出来る機能

#### 4. HTML5 Geolocation による位置推定

本節では、ブラウザ上からユーザの現在地を取得するために策定された仕様である、HTML5 Geolocation API[4](以下 Geolocation) を利用し、モバイル端末を用いてキャンパス内で位置推定を行った結果について述べる。

##### 4.1 HTML5 Geolocation

Geolocation は W3C が仕様策定を進める規格であり、JavaScript で現在地を取得できるように標準化されている。無線 LAN・WiFi・携帯電話基地局・GPS・IP アドレスなどから位置情報を取得しているため、端末のインターネット接続環境により、取得できる位置情報の精度や取得に掛かる時間が異なる。

##### 4.2 測定方法

3.1 節で述べた、本研究に必要な位置推定精度を満たすかを確認するため、モバイル端末を用いて Geolocation の現在地測位精度を測定する調査を行った。

(1) 測定ポイントとして、熊本大学黒髪南キャンパスから図3の7ヶ所を選定した。何点かポイントが重複しているように見えるが、同じ建物でも違う階であったり、同じ教室の中央と隅というようにポイントを選定したためである。

- ① 工学部研究棟 2-2 1 階 エントランス
- ② 工学部研究棟 2-2 4 階 ラウンジ
- ③ 総合情報基盤センター 研究室 2 階 筆者デスク
- ④ forico 2 階 E フロア
- ⑤ forico 2 階 C フロア
- ⑥ 工学部 2 号館 223 教室 中央
- ⑦ 工学部 2 号館 223 教室 右下角

(2) 測定用 Web ページの作成 (2 パターン)

- 測定用ページ 1(図 4)

<http://cmitlab.cc.kumamoto-u.ac.jp/iwanaga/IdoKeido.html>

マップの中をタッチすると、その地点の緯度と経度を表示する。

- 測定用ページ 2(図 5)

<http://cmitlab.cc.kumamoto-u.ac.jp/iwanaga/GeoLocation.html>

「現在地」ボタンを押すと、Geolocation により現在地を取得し、マップ上に表示する。

(3) 測定用ページ 1 を用いて、測定ポイントの実際の緯度、経度を指定する。測定に用いた端末を表 1 に示す。

iPhone 3G と iconia Tab A100 は 3G 通信の契約をしていないので、モバイルルータを介して無線 LAN に接続して測定した。IS04 は 3G 回線を利用した。

(4) 測定ポイントごとに、測定用ページ 2 を用いて端末 1 台につき 5 回ずつ現在地の測定を行う。

(5) 実際の緯度、経度と測定結果を比較し、2 地点の距離を求める。

(6) 測定ポイント、端末毎に電波強度の平均を求める。



図 3 測定ポイント



図 4 測定用ページ 1



図 5 測定用ページ 2



図 6 熊本大学 forico  
(引用:<http://ha9.seikyuu.ne.jp/home/kumamoto-u/>)

### 4.3 調査結果

調査の結果を表 2 に示す。ポイント 4, 5 では、いずれの機器でも誤差が数百 m となり、測位精度が非常に低かった。原因として、ポイント 4, 5 は図 6 のように厚いコンクリートで出来た建物であるため、通信が阻害されたことが考えられる。

Geolocation は、無線 LAN アクセスポイントの MAC アドレスとその電波強度による位置情報も利用しているため、無線 LAN に接続しないことにより測位精度が低くなる場合もあると考えられる。

また、無線 LAN に接続した端末でも、ポイント 4, 5 を除いて 10~100m 程度の誤差があり、部屋レベルの位置推定を行うには不十分であることが判明した。

## 5. 無線 LAN アクセスポイントによる位置推定

### 5.1 調査 1: アクセスポイントを用いた位置推定の検討

前節の結果より、Geolocation API では部屋レベルの位置推定は難しい。そこで、より正確な位置推定を行うため、無線 LAN のアクセスポイント (以下 AP) を用いて部屋を特定することを考えた [1]。

図 7 の黒髪南キャンパスのように、熊本大学では多くの教室に AP が配置されており [7]、AP の MAC アドレスによって教室を特定出来る可能性が高い。AP による位置推定が可能か検討するため、熊本大学黒髪南キャンパス内で AP の電波強度を調べる調査を行った。

表 1 使用端末

機種名	OS	Web ブラウザ
REGZA Phone IS04	Android 2.2.2	Dolphin Browser Mini 2.2
iPhone 3G	iOS 4.2.1	safari 5.0.2
iconia Tab A100	Android 3.2.1	ブラウザ 3.2.1

表 2 測定ポイントとの距離差の平均 (単位:[m])

	IS04	iPhone	iconia
①	298.38	24.57	23.29
②	2783.77	59.27	101.48
③	224.34	58.28	36.15
④	452.91	231.38	949.07
⑤	492.76	218.28	943.08
⑥	622.32	9.47	11.83
⑦	706.20	9.70	17.31
全体	797.24	87.28	297.46

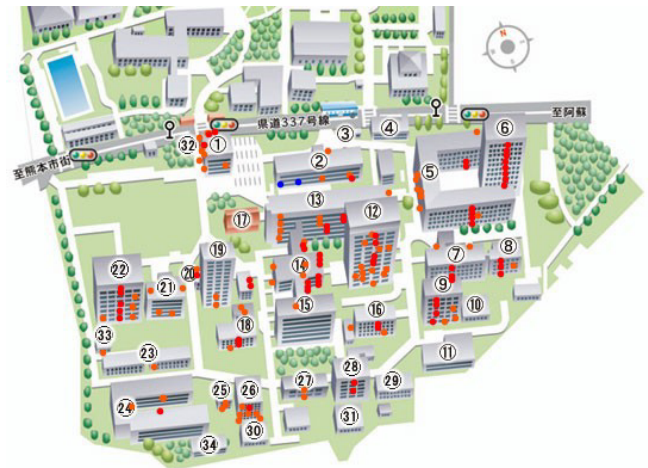


図 7 AP の設置図 [7]

### 5.2 調査方法

#### (1) 調査する SSID の決定

熊本大学の無線 LAN はマルチ SSID 機能を利用している。利用エリアの広さから KUIC\_wLAN に決定した。

#### (2) 測定ポイントの決定

教室内の電波強度を測り、電波の強い場所では間隔を細かく、というように測定ポイントの間隔を決定する。

#### (3) 無線 LAN の電波強度を測定出来るソフトウェア「Homedale[3]」のログ機能を利用し、測定ポイント毎に 1 回、1 分間の電波強度のログを記録

#### (4) その他の条件を以下に示す。

- 機器: Dell Latitude E5400(内蔵無線 LAN を使用)
- OS: Windows 7 Professional
- 測定期間: 2012/10/31~2012/12/3
- 場所: 熊本大学黒髪南キャンパス工学部 2 号館

### 5.3 調査結果の可視化手順

#### (1) 測定した電波強度の単位 dBm を mW に変換する

#### (2) 電波強度の一分間の平均を求める

#### (3) 平均の電波強度によりポイントを色分けし、マップ化する

マップかあたりに、mW 単位で表された電波強度を、指数表記の正規化で表現した場合の、指数の大きさで色分けを行った。指数表記の正規化表現とは、以下の



条件	色の名前	実際の色
$X < 6$	青1	
$X = 6$	明るい青	
$X = 7$	青6	
$X = 8$	青8	
$X \geq 9$	青灰	
0mW	白	

図 8 マップの色分け条件

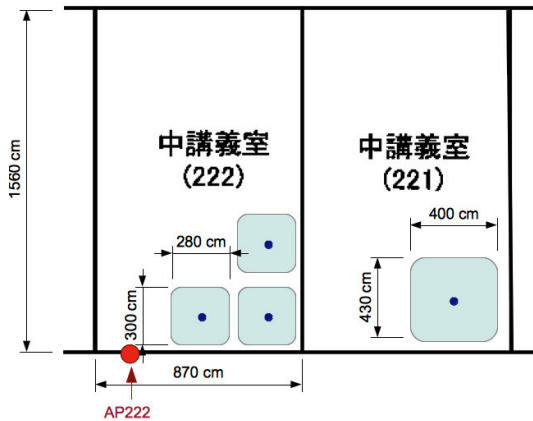


図 9 教室と主な測定範囲のサイズ

ように、仮数部分を  $1 \leq n < 10$  とし、10のX乗をかけることで表現する方法である。

$$0.00000712 = 7.12 \times 10^6$$

図 8 に、実際に使用した色分けを示し、図 9 に測定範囲の寸法を示す。

#### 5.4 調査結果

調査結果を図 10～15 のマップに示す。図 11 と図 14 のマップ中の赤い丸は、測定に用いた AP の位置を示している。図 11 の赤い丸は 221 教室の AP (以下 AP221)、図 14 の赤い丸は 222 教室の AP (以下 AP222) である。この結果より、以下のことがわかった。

- AP に近いほど電波強度は強くなっているが、ドアや壁により電波は大きく減衰している。
- 最も電波強度が強くなるのは測定対象の AP がある教室だが、他の教室にも、AP がある教室の AP から離れた方と同程度の電波が届く場所があった。
- 他の階では、測定対象の AP がある教室の真上や真下にある教室で、AP がある教室の AP から離れた方と同程度の電波が届く場所があった。

調査結果より、1つの AP の電波強度による位置推定だけでは、「AP がある部屋の中の、AP から離れた場所」と「同程度の電波強度が計測された、異なる部屋の測定ポイント」を区別することが出来なかった。そこで、更に精度を上げるために複数の AP を用いることを検討し、次の調査を行った。

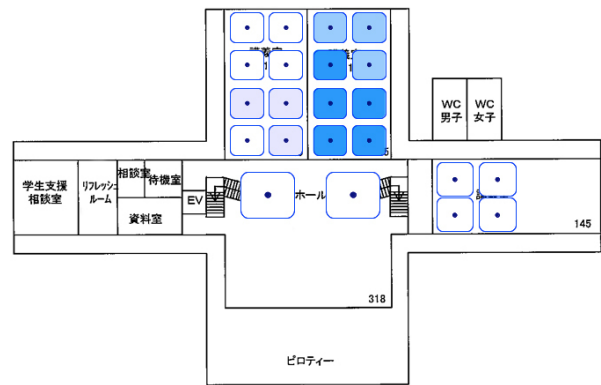


図 10 1階における AP221 の電波強度

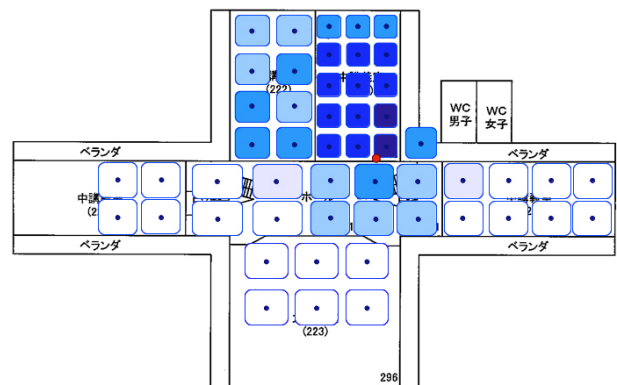


図 11 2階における AP221 の電波強度

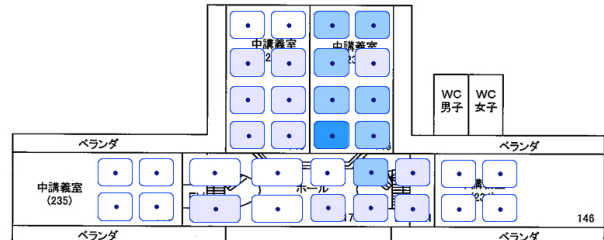


図 12 3階における AP221 の電波強度

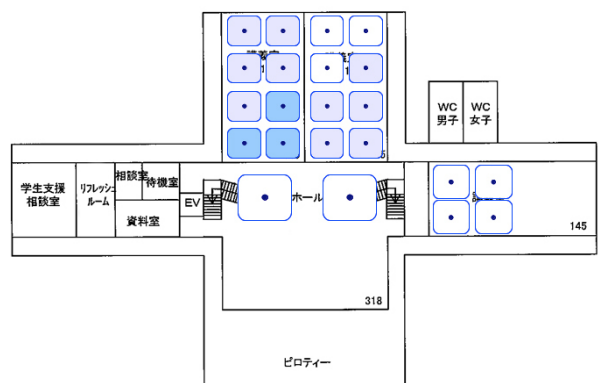


図 13 1階における AP222 の電波強度

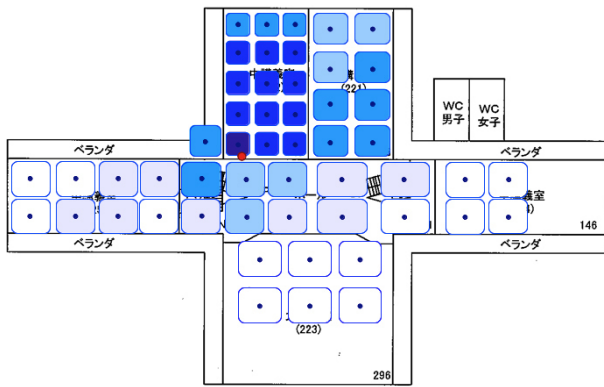


図 14 2 階における AP222 の電波強度

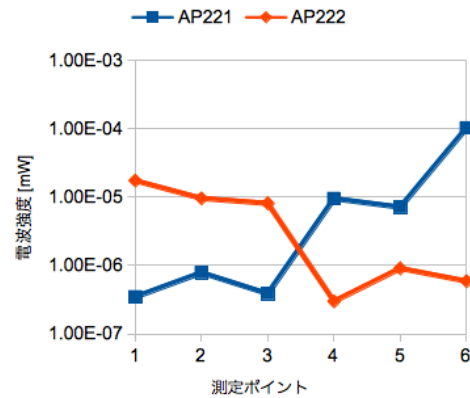


図 17 221 講義室, 222 講義室における AP221, AP222 の電波強度

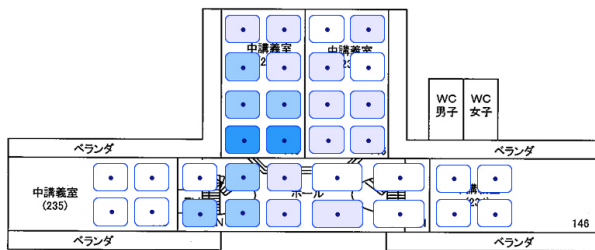


図 15 3 階における AP222 の電波強度

### 5.5 調査 2：複数の AP を用いた位置推定の検討

調査 1 により, 1 つの AP を用いるだけでは, 今いる部屋を特定するには不十分であると判断した. そこで, 2 つの AP を用いて位置推定を行うことを検討した [6]. 調査 1 とは別に, 図 16 のように測定ポイントを設定し, 各ポイントで AP221 と AP222 が放つ電波強度の減衰を調べた.

#### 5.5.1 調査結果

図 16 の測定ポイントで測定した結果を, 図 17 のグラフにまとめた. 図 17 より, 測定ポイントのある教室内の AP の電波強度が隣の教室の AP より高くなることがわかった. その結果, 2 つの AP の電波強度を測ることで, 2 つの教室の境目が明確に見えるようになった. この結果を用いることで, 調査 1 で区別出来なかった位置の区別を行いやすくなる. 以上のように, 2 つの AP の電波強度を組み合わせることで, 部屋レベルの現在地推定に近づけられることがわかった.

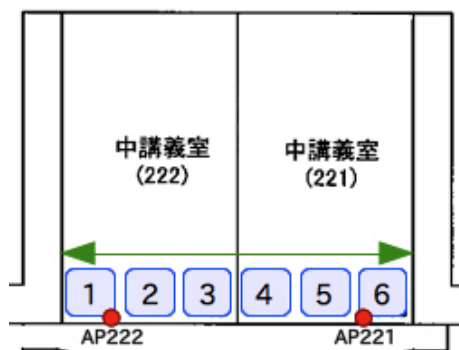


図 16 調査 2 で使用した測定ポイント

## 6. 現在地判定アプリケーションの開発

5.5 節の調査結果より, 複数の AP の電波強度を比較することで位置推定の精度を上げることが出来る. この結果に基づき, 取得した中で最大の電波強度を持つ AP を元に現在地の教室を判定するアプリケーションを開発した.

Web アプリケーションは Wi-Fi 機能を扱えないため, 今回は Android アプリケーションとして開発した. 図 18 に開発した Android アプリケーションの端末上の画面を示す. 利用可能な OS としては, Android 3.0 以上とした.

### 6.1 機能

実装した機能は, 以下の 3 つである.

- Wi-Fi の On-Off 切替 (Wi-Fi is On/Off)
- Wi-Fi 情報を表示 (Get Status)  
取得した中で最も電波強度の強い AP の MAC アドレスの情報と電波強度を表示する.
- 現在地 (教室) を表示 (Get Room)  
電波強度の強い MAC アドレスが登録済の教室の AP であれば, 登録された教室を表示する. 現在登録している教室は, 熊本大学工学部 2 号館の各教室と総合情報基盤センター研究室である.

### 6.2 位置推定精度の検証

開発した Android アプリケーションを熊本大学内で実際に試用し, その位置推定精度を検証した. 図 17 から, 他室の AP の電波と最も混在しやすいポイントは教室の壁際であると判断し, 教室の 4 隅を測定ポイントとした. 図 19 に今回用いた電波強度の色分けを示す. その他の条件は以下の通り.

- 機器: HTL21
- OS: Android 4.1.1
- 日時: 2013/7/10, 2013/7/16
- 場所: 熊本大学黒髪南キャンパス工学部 2 号館



図 18 作成した Android アプリケーション

条件	色の名前	実際の色
$-40 \leq Y$	青	
$-50 \leq Y < -40$	明るい青	
$-60 \leq Y < -50$	青6	
$Y < -60$	青9	

図 19 マップの色分け条件

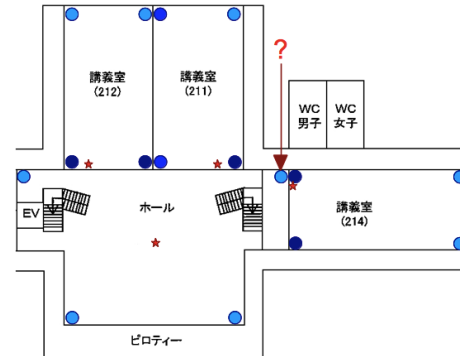


図 20 1階における試用結果

### 6.2.1 測定手順

- (1) 各教室とホールの4隅に測定ポイントを設定する。
- (2) 測定ポイントごとに6.1節で述べたGet StatusとGet Room機能を使用し、最大の電波強度を持つAPの教室名と電波強度を取得する。
- (3) 得た情報を集計する。

また本測定では、以下の情報を集計した。

- 実際にいる教室が現在地として表示されるか
- 取得したAPが放つ電波の強度

### 6.2.2 調査結果

図20及び図21、図22に測定結果を示す。図中の赤い星印はAPの位置を、赤い矢印は誤検出を表し、始点が検出されたAP、終点が測定位置に対応する。221教室では222教室の電波が最大となる箇所があった。ホールでは全階で異なる場所のAPを取得しており、図20の「?」では2号館の外と考えられるAPを取得した。

### 6.2.3 考察

調査の結果、一部を除いて現在地のAPが正しく取得され、部屋レベルの位置推定が可能であることがわかった。しかし、ホールなどAPと測定ポイントの距離が遠い所では、異なるAPの電波が最大となる箇所があり、正しく位置推定が行われないことが判明した。原因として、測定ポイントがホールのAPから離れていることや、他のAPと近接していることが挙げられる。また、今回開発したアプリケーションの機能では、ボタンを押した時に取得する無線LAN情報のみを利用している。より安定した位置推定を行うためには、定期的に無線LAN情報を取得する必要があると考えられる。

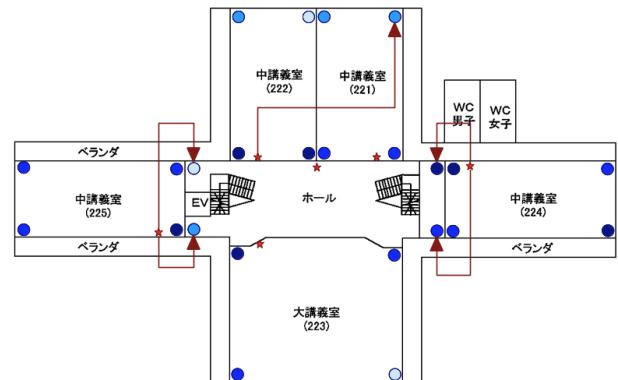


図 21 2階における試用結果

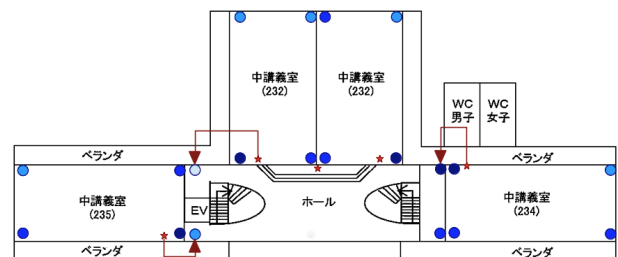


図 22 3階における試用結果

## 7. まとめと今後の開発

### 7.1 まとめ

本研究では、スケジュール情報と位置情報の制約を用いた行動管理ツールの試作を行った。

第2節では、既存のモバイル向けスケジュール管理ツールである「Google カレンダー」、「ジョルテ」を紹介した。共に優れたスケジュール管理機能を持つが、ユーザに予定の実行を強く促す機能が無いことを示した。

第3節では、既存のスケジュール管理ツールには無い、

本研究の特徴として「行動の制約」を提案した。加えて、行動の制約に用いる要素である位置推定とスケジュール管理機能について、本研究に必要とされる範囲を示した。本研究では、位置推定において、ユーザがいる部屋を特定出来る程度(部屋レベル)の測位精度を必要としている。

第4節では、ユーザの現在地取得にHTML5 Geolocationの利用を検討し、現在地測位精度の調査を行った。その結果、3G通信で調査した端末(IS04)よりも無線LANに接続した端末(iPhone 3G, iconia Tab A100)の方が高い測位精度を示した。しかし、無線LANに接続した端末でも、全端末が極端に高い誤差を示したポイント4, 5を除いて10~100m程度の誤差があり、部屋レベルの位置推定を行うには不十分であることが判明した。

第5節では、より正確な位置推定を行うため、本学内で無線LAN APの電波強度の調査を行い、以下のような傾向が確認された。

- APに近いほど電波強度は強くなっているが、ドアや壁により電波は大きく減衰している。
- 最も電波強度が強くなるのは測定対象のAPがある教室だが、他の教室にも、APがある教室のAPから離れた方と同程度の電波が届く場所があった。
- 他の階では、測定対象のAPがある教室の真上や真下にある教室で、APがある教室のAPから離れた方と同程度の電波が届く場所があった。

調査結果より、無線LANは位置推定に有用であるが、1つのAPの電波強度のみでは、部屋レベルの位置推定は出来ていないと判断した。そこで、複数のAPを利用して位置推定を行う方法について検討した。その結果、2つのAPの電波強度を測ることで、2つの教室の境目が明確に見えるようになり、部屋レベルの位置推定が行える可能性を確認することが出来た。

第6節では、複数のAPを用いて位置推定を行うAndroidアプリケーションを開発し、本学内で試用した。その結果、教室では概ね部屋レベルの位置推定が可能ながわかったが、正しく位置推定が行われない箇所があることも判明した。

## 7.2 今後の開発

本ツールの最終的な目標は、モバイル端末を用いて自己行動管理の支援を行うことであり、そのために部屋レベルの位置推定機能を必要としていた。今後は、前に述べた改善策により、ホールでの現在地特定ミス無くすことを目標としている。

その他にも、Googleカレンダーのスケジュールデータから位置情報を取得して教室登録するなど、ツールを実現させるために必要な機能を随時取り入れていく。

## 参考文献

- [1] P. Bahl and V.N. Padmanabhan. Radar: an in-building rf-based user location and tracking system. In *INFOCOM 2000. Nineteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings. IEEE*, Vol. 2, pp. 775-784 vol.2, 2000.
- [2] Google. Google カレンダー. <https://support.google.com/calendar/answer/2465776>, 2013.
- [3] The SZ. Hometown. <http://thesz.diecru.eu/content/homedale.php>, 2013.
- [4] W3C. Geolocation api specification. <http://dev.w3.org/geo/api/spec-source.html>, 2012.
- [5] 株式会社ジョルテ. ジョルテ. <http://www.jorte.net/>, 2013.
- [6] 川村諒, 久保田真一郎, 副島慶人, 古川誠一, 杉谷賢一. 既設アクセスポイントを利用した屋内位置情報取得システムのための位置推定精度による分析. 情報処理学会論文誌, Vol. 52, No. 3, pp. 1357-1364, 2011.
- [7] 熊本大学総合情報基盤センター. 全学無線 lan. <http://www.cc.kumamoto-u.ac.jp/node/83>, 2010.