

## 大学における災害時避難状況追跡システム

菱田 隆彰<sup>†1</sup> 杉本 祐介<sup>†2</sup> 池田 輝政<sup>†1</sup> 土井 千章<sup>†3</sup>  
中川 智尋<sup>†3</sup> 太田 賢<sup>†3</sup> 稲村 浩<sup>†3</sup> 水野 忠則<sup>†1</sup>

平成23年に発生した東日本大震災以降、我々は日頃から非常時への継続的な対策の必要性を意識するようになった。大学においても、その対策の一つとして学生の状況をこまめに把握しておく必要性が高くなったと言える。我々は、大学という特殊な状況において、非常時に学生の所在を速やかに把握するための方法を検討してきた。本研究では、学生が日頃から携帯している学生証および、スマートフォンに注目し、非常時の学生の所在を速やかに収集・公開が可能な避難状況追跡システムの提案・構築を行う。また、本システムを用い、年1回行われる学内避難訓練において試験運用を行う。

### Evacuation behavior collecting system for university

TAKA AKI HISHIDA<sup>†1</sup> YUSUKE SUGIMOTO<sup>†2</sup> TERUMASA IKEDA<sup>†1</sup>  
CHIAKI DOI<sup>†3</sup> TOMOHIRO NAKAGAWA<sup>†3</sup> KEN OHTA<sup>†3</sup>  
HIROSHI INAMURA<sup>†3</sup> TADANORI MIZUNO<sup>†1</sup>

In this paper, we considered that the way to collect the evacuation behavior status of the university students when natural disasters has occurred. We developed two systems of evacuation behavior collecting for university students. One of them was to use the student identification cards and the other was to use the Wi-Fi signal of smartphones students have. And we will show the results of which we tested the systems on disaster drill in our university, which was held in October every year.

#### 1. はじめに

平成23年3月23日に発生した東日本大震災以降、我々は非常時への継続的な対策の必要性を意識するようになった。大学などの高等教育機関においても、災害対策は必須の事項としてとらえられており、筆者らが所属する愛知工業大学（以降、本学とする）では、地域防災研究センター（DPREC: Disaster Prevention REsearch Center）を2005年に設立し、地域の防災のための様々な取り組みを行っている。

非常時には様々な対応を素早く行う必要があるが、その中の1つとして重要な作業に安否確認がある。安否情報は災害等の非常事態が発生した後、被害情報や余震などの予測情報などと並び一般的に市民からの要求が非常に高い情報である[1]。そのため、災害発生時から速やかに情報を収集するための研究は多数行われており、その中には情報システムを利用した研究[2][3]も少なくない。また、安否確認を迅速に行うために企業向け情報システムの提案や、個人向けの安否確認サービスも提供されている。ただ、これらのシステムに関する運用条件は、大学をはじめ特殊で厳しい条件を満たす必要のある組織において、そのまま導入・運用することは難しく、問題となる部分について補う仕組みが必要である。

文献[4]に示されているように、安否確認のような非常時のみ利用するシステムは、様々な工夫をしなくては期待した利用状況が得られないことがわかっている。特に3つの点、そのシステムの周知が徹底されていること、使い勝手がよくすぐに使えること、普段から使い慣れていることが必要である。文献[5]においても大学という組織に特化した安否確認システムが提案されており、文献[6]においては、安否確認ではないが、防災システムでありながら平常時でも利用可能なシステムを提案している。また、文献[7]によれば、多くのシステムが使用しているネットワークとデータベースなどのサーバ群なども、災害発生直後には何らかの事故によってネットワークや電源等が消失し、使用不能となってしまうことが示されており、そのような状況でも利用可能な、アクシデントに強いシステムが必要とされている。

これらの点をふまえ、大学の特性を考慮し出席管理システムと連携した安否確認システムの構築[8]を行っており、さらに大学以外においても同様に特殊で厳しい要件を求められる環境に適応できるシステムの構築を目指している。

本研究では、災害時の安否情報としてより詳細な情報を得るために、避難状況を追跡し、避難行動中の人々がどのような行動を撮っているかを把握するシステムの検討を行い、その試作と試験運用を行う。

<sup>†1</sup> 愛知工業大学情報科学部

Faculty of Information Science, Aichi Institute of Technology

<sup>†2</sup> 愛知工業大学大学院経営情報科学研究科

Graduate School of Business Administration and Computer Science, Aichi Institute of Technology

<sup>†3</sup> NTT ドコモ 先進技術研究所

Research Laboratories, NTT DOCOMO, Inc.

## 2. 大学における避難状況把握の困難さ

本研究では、ひとまず大学を対象とし、学生の避難状況を知ることを目的とする。その理由は、大学という環境は一般的な企業と異なり、小中学校や高等学校などの下位の教育機関とも異なる非常に特殊な環境であり、学生個人の状況を把握することが困難な場所だからである。

1つ目の特徴は組織の構成である。非常に大きな組織のように見えがちだが実際にはそうとも言えない。構成員の比率を考えると、教職員つまり組織を管理運用しうる人数は総勢の10%~数%に過ぎず、9割以上は学生であり一応大人として扱われるが、何らかの保護や指示が必要となる人員である。授業が実施されている時間帯に災害が発生した場合、数%の人員で学生を指示しつつ他の災害対策を行う必要が生じる。

2つ目は、学生の所在についてである。下位の教育機関と異なり学生は、特定の教員の監視下にいる訳ではなく、特定の場所に集まっている訳でもない。企業と異なり、通常とは異なる行動を取る場合の報告義務も存在しない。災害時に、学生の場所を示す情報やどこに居るかを絞り込むための情報はかなり少ない。

3つ目は、大学の保護責任についてである。学生は年齢的には大人であるが、環境的には保護者の保護下にある者が多く、大学は保護者から学生を責任持って預かっているという状況にある。災害が発生した場合、大学としては学内に居る学生を速やかに掌握し、その状況を各自自治体等と情報共有するとともに、保護者に対して何らかの情報を示す必要がある。

本学では、2005年から防災のための取り組みとして、年に1度10月下旬に防災訓練を行っている。防災訓練の中核的な取り組みとして、避難訓練があり、大学内のほとんどの学生・教職員（およそ5000人）が避難指示のもと、学内のサッカーグラウンドを避難場所として避難行動をとる。避難場所では、点呼などの安全確認を行い問題がなければ訓練終了となる。

避難訓練においても実際に災害が発生した時と同様に、問題となるのは大学の特殊性である。避難場所に集合できたとしても、災害発生時から避難場所への移動の間、教職員の目の届かない場所にいる学生が多く存在し、その学生たちが適切な行動を取ったかどうかを知る方法がない。また、日常的に学生がどの辺りに集まっているかを示す情報も無いため、重点的に調査すべき場所を推定することも難しい。しかし、災害発生時に教職員をいたる所に配置できるほど人的資源の余裕は無い。

大学は学生の状況を把握することが難しい環境でありながら、非常時には確実な情報を要求される。このような状況を考慮した、学生の状況を可能な限り速やかに収集し、情報として整理・利用できる仕組みが必要となる。

## 3. 避難状況追跡システムの要件

我々は学生の避難状況追跡システムは、以下の点を考慮する必要があると考える。

### (1). 学生の識別

学生の識別を正確に行うためには、何らかの電子的に識別可能なIDもしくはIDを含んだ物体が必要となる。また、非常時においても学生が所有している可能性の高いものでなくてはならない。本研究では、学生の所有する識別情報として2つの所有物に注目した。1つは学生証である。学生が身分を証明するために内外問わず必要となり常に携帯を求められている物体である。もう1つは、スマートフォンである。昨今急速に普及しているデバイスであり、通信機能や様々なセンサーを装備しており、携帯するパーソナルコンピュータとして様々な利用法が考えられる。

### (2). 非常時のアクセシビリティへの耐性

冒頭で述べたように、災害時には電源やネットワークの消失が起きる場合がある。またその復旧には日単位の時間が必要なこともありうるため、そのような場合でも稼働できるシステムが必要となる。本研究では、システムの構成する全ての装置にバッテリーを搭載し、ネットワークは無線LANのみで接続可能なものを利用した。

### (3). 簡単で柔軟な設置・運用

災害時には何が起るか予測できないため、状況に応じて配置や運用方法を変更できる柔軟さが必要である。また、重厚な訓練が必要なシステムは災害時に混乱を招く可能性があり、簡単な操作で必要な情報が得られる必要がある。また、日常的な学生の状況を把握することができれば、災害時における支援情報として利用できる可能性も広がる。必要なタイミングで速やかに運用可能なシステムであることが望ましい。

本研究では、上記の内容を考慮した2つのシステムを2012年、2013年に構築し、本学で実施される防災訓練にて、学生の避難状況の追跡を行った。その詳細を次節以降に示す。

## 4. 学生証を用いた避難状況管理システム

2012年度については、学生証を使用した避難状況を把握するシステムの構築を行った。学生の常に所有している可能性の高い電子的な処理の可能な情報として、学生証は有用な媒体である。本学の学生証は、非接触ICカードとしての機能を持っており、NFC (Near Field Communication) による通信機能を用いることで、カードの情報を読み書きできる。NFC機能は、スマートフォンやタブレット端末等に標

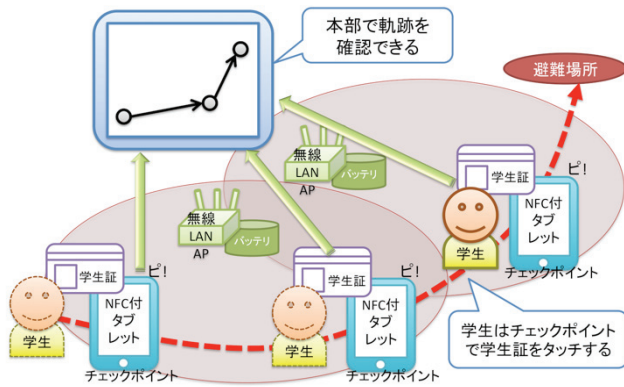


図 4-1 システムの概略 (2012 年度)  
Fig. 4-1 Summary of the system (2012)

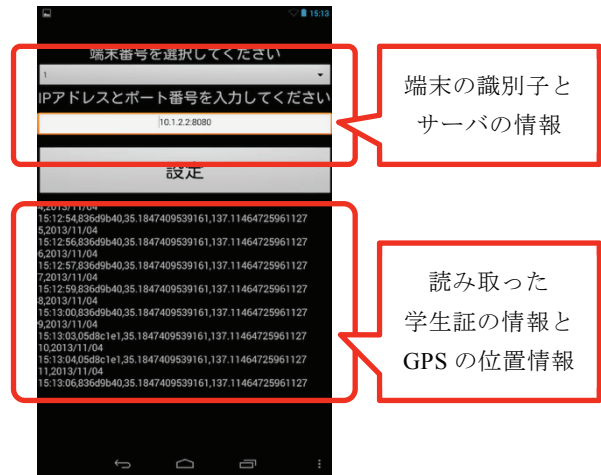


図 4-2 タブレットの実行画面

Fig. 4-2 Screenshot of the application on tablet devices

準的に搭載されることが増えており、個人で作成するソフトウェアからアクセス可能となっている。

システムの概要を図 4-1 に示す。避難経路上に無線 LAN によるネットワークを構成し、その通信範囲内に学生証が読み取り可能な携帯情報端末をチェックポイントとして配置する。避難する学生はそのチェックポイントの端末に学生証をかざし、端末は学生証から得た識別情報を時刻および端末の位置情報を組み合わせて記憶する。記憶した情報は定期的に本部などに設置した情報集積用のサーバに無線 LAN のネットワークを介して送信され、サーバに集められた情報を元に各チェックポイントの現在の学生の通過状況を把握することができる。

本システムの特徴としては、構成する全てのデバイスは、バッテリーを装備しており、既存のネットワークに依存しないシステムとして構築されている。災害時に起こりうる電源消失や既設のネットワークの切断などがあっても動作する。

#### 4.1 システム概要

3 節に示した要件を考慮し、学生証を用いた避難状況追跡システムは、以下の要素で構成した。学生の識別には本学の学生証 (非接触 IC カード) を用い、システムを構成する全てのデバイスにはバッテリーを搭載し、外部電源が無くとも数時間程度の稼働を可能とした。また、全てのデバイスは簡単に持ち運びが可能であり、既存のネットワークとは独立した LAN を構成するため、柔軟な配置変更が可能である。

##### (1) NFC 機能付きのタブレット

学生が避難時に通ると思われる様々な位置に設置し、非接触 IC カード機能を持つ学生証からの ID を読み取るためのデバイスとして、NFC 機能付きのタブレットを用いる。タブレット上で実行するソフトウェアとして、学生証の情報を読み取ると同時に GPS によって読み取った時の位置を測定し、端末の識別番号とともに指定したサーバにその情

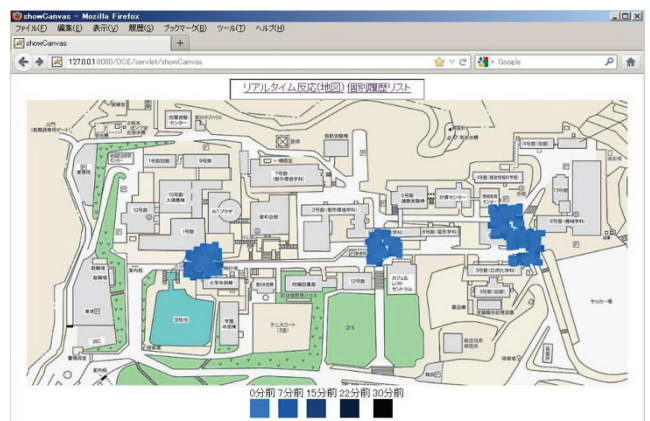


図 4-3 リアルタイムな避難状況表示

Fig. 4-3 Real-time visualization of the evacuation status

報を送信するアプリを構築した。図 4-2 は、その実行画面であり、画面上半分はサーバ等の固定の情報を設定し、画面下半分に読み取って送信すべき情報が順次表示される。

##### (2) 情報収集およびリアルタイム表示用サーバ

(1)に示した個々のタブレットが収集する情報を収集し、どの位置でどの程度の学生がそのタブレットに情報を読み取らせたかをリアルタイムに表示するためのサーバシステムである。ノートパソコン上で実行することで、電源が無くとも一定の時間稼働する。タブレットから送られてきた情報は、サーバ上のデータベースに蓄積されていく。また、蓄積されたデータを元に、学生の情報をリアルタイムに表示する Web アプリケーションを構築する。(図 4-3) ネットワークを介してブラウザからアクセスすることで、学生の避難状況は学生証が読み取られた位置の周辺に青い点として大学構内の地図の上に表示される。読み取った時間が経過するとともに青い点は黒く変化するため、時間的な経過を



色の変化で読み取ることができる表示システムである。

(3) バッテリー稼働型アクセスポイント

(1)に示した情報収集用タブレットと、(2)の情報集積および可視化のためのサーバとの間をつなぐネットワークには、無線 LAN でのみ構築されたネットワークを利用する。ネットワークを構成するアクセスポイント（無線 LAN の親機）には、図 4-4 に示すようにリチウムイオンバッテリーを用意して電源供給を行う。大学内の避難経路上をカバーするため、複数のこのアクセスポイントを WDS (Wireless Distribution System) 機能によって接続して利用する。



図 4-4 モバイルバッテリーとアクセスポイント  
 Fig. 4-4 Access point with a mobile battery

4.2 試験運用

本システムは、2012年10月24日に行われた本学の防災訓練にて試験運用を行った。試験運用には、情報収集用のタブレットとして ASUS Nexus 7 (2012), Panasonic BizPad を4台、無線 LAN アクセスポイントを6台用意し、図 4-6 に示す位置に配置した。タブレットはチェックポイントにそれぞれ学生が持って立ち、避難してくる学生に学生証のタッチを促す。サーバは避難場所に設置し、避難状況の表示は避難場所と防災訓練本部で行った。

事前準備として、防災訓練の一週間前に本学情報科学部情報科学科のコンピュータシステム専攻とメディア情報専攻の1年生、2年生、3年生の学生に対し、講義の時間を間借りして試験運用への協力の依頼と4カ所のチェックポイントでの作業内容の説明を行った。図 4-5 は実際にチェックポイント2において避難行動中の学生が学生証でチェックを受けている様子である。



図 4-5 学生証による確認  
 Fig 4-5 Check by the student card



図 4-6 防災訓練時の機器の配置と避難経路 (2012)  
 Fig. 4-6 Placement of devices and evacuation routes, 2012



避難行動は、授業を受けている教室から 11:35 から一斉に避難行動を開始し、学生をはじめ教職員もともに指定された避難経路をたどり、大学内の避難場所であるサッカー場まで移動する。例年、11:55 頃にはおおよその学生らは避難場所に移動している。避難場所においては各学科専攻に分かれて整列し、点呼を行った後 12:10 頃解散した。

#### 4.3 結果と考察

集計したデータから、防災訓練に参加した情報科学科の学生のうち 276 人がいずれかのチェックポイントで学生証をタッチしチェックを受けたことが学生証の ID から識別できた。また、そのうちチェックポイント 1-4 間の時間計測ができた学生が、63 人確認できた。チェックポイント 1 で計測した時間と、4 まで移動するのにかかった時間を表したグラフを図 4-7 に示す。学生たちは、チェックポイント 1 において 11:38 から 11:44 あたりで通過しており、避難行動開始となる 11:35 から 3 分～9 分後に教室等の建物から出てチェックポイントを通していることが分かった。チェックポイント 1 から 4 の間は約 4 分から 5 分間程度で移動しており移動時間に大きな変動がなく、避難が整然と行われたことが分かった。

その一方で、避難を始めた時間帯によって移動にかかる時間が 11:41 ごろを境に 2 段階に分かれている事が分かる。以前に避難を始めた学生はおよそ 4 分程度で移動ができていたのに対し、以降の学生は同じ経路を 5 分かけて移動している。この 1 分の差は実際の災害時ではより大きな差となって現れる可能性がある。大人数の移動によって通常の見測では分かりにくい情報が得られた良い結果だと言える。

本システムが外部の電源を必要とせず、既設のネットワークに頼ることなく、避難行動中の個々の学生の避難した経路と行動にかかった時間を把握できることが示された。

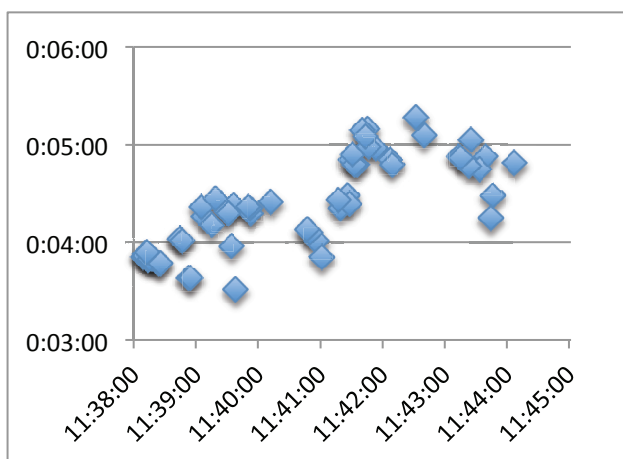


図 4-7 1-4 間の学生の移動時間

Fig. 4-7 Moving times of students from point 1 to point 4

災害時の変化の読めない状況下では、既設環境に依存しないシステムは有用であると言える。

また、いくつかの課題も見つかった。1つは、学生へのチェックポイントでの作業について周知が難しい点である。今回情報科学科の 1～3 年生約 500 人に対して事前に依頼を行ったが、実際に作業を行った学生は 276 人と約半数程度であった。実施した学生については、どこかの 1 つのチェックポイントでチェックを受けているが、経路上の全てのチェックポイントを探し出すことが難しい場合や、何か所あるかを十分把握していない場合もあり、期待する場所全てでチェックを受けてもらうことができなかった。実施をしなかった学生については、何人かに聞き取りをしたところ、依頼を失念している場合や、たまたま依頼を聞き逃している場合や作業そのものに消極的である学生も見受けられた。また、1 台のタブレットで処理できる人数には限界があり、今回は一部の学部のみを対象としたが、全学的な確認を行う場合にはチェックのための滞留が起きてしまうと思われ。

#### 5. 無線 LAN による避難状況管理システム

2013 年度については、4.3 節にあげた課題に対応するため、学生証のような物理的な接触を必要としない計測方法を用いることとした。昨今、学生のスマートフォンの所有率は年々増加しており、我々はそのスマートフォンの 1 つの機能として Wi-Fi テザリング機能に着目した。Wi-Fi テザリング機能とはスマートフォンを Wi-Fi のアクセスポイントとして動作させ、携帯電話の回線をネットワークの基幹として複数の無線 LAN クライアントの接続を中継する機能である。稼働中は無線 LAN のアクセスポイントとして動作し、SSID などの基本的な情報を周囲に発する。同様の機能を提供するデバイスとしては、モバイル Wi-Fi ルータ等と呼ばれるデバイスがある。こちらは、ネットワークの中継機能のみ特化したものであり、稼働中は同様にアクセスポイントとして見える。

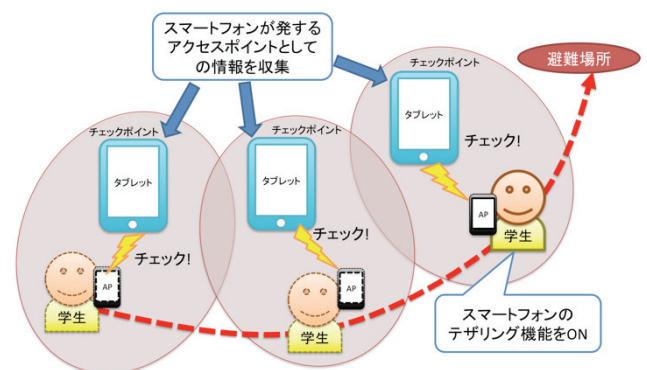


図 5-1 システムの概略

Fig. 5-1 Summary of the system

システムの概要を図 5-1 に示す。基本的なシステムは無線 LAN の機能を備えた携帯情報端末を用い、周囲から発せられる無線 LAN アクセスポイントの情報を収集する。携帯情報端末は避難経路上にチェックポイントとして配置する。避難する学生が、Wi-Fi テザリング機能が有効化されている状態で避難行動を取り、チェックポイントの周囲に近づくだけで、学生が持つアクセスポイントの情報は電波の強度とチェックポイントの位置情報とともに端末に記録される。テザリング機能によって稼働するアクセスポイントは一般的なアクセスポイントにくらべ電波の出力が比較的弱く、端末の近く、およそ十数メートルから数十メートル程度に位置しなければ認識することができないため、アクセスポイントの情報が得られることによって、学生がチェックポイント付近を避難経路として通過したものと見なすことができる。

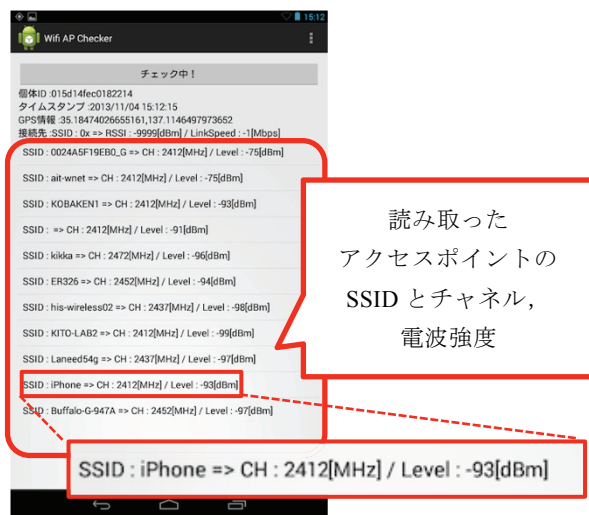


図 5-2 タブレットの実行画面

Fig. 5-2 Application on tablet devices

### 5.1 システム概要

無線 LAN アクセスポイントの情報収集をするため、Android タブレット上で動作するデータ収集アプリを構築する。

実行画面を図 5-2 に示す。画面上部に設置したボタンを押すことで、データ収集及び記録の開始、停止を行うことができる。収集した情報は画面中央にリスト表示され1秒間隔で更新される。表示される情報は、周囲で観測できるアクセスポイントの SSID、使用するチャンネルの周波数、発する電波の強さ (RSSI) であり、記録については読み取った時刻と GPS から得られたチェックポイントの位置情報を1つのレコードとしてテキストファイルとして追加記録を続ける。



図 5-3 チェックポイント 6 の様子

Fig. 5-3 Situation of the checkpoint 6

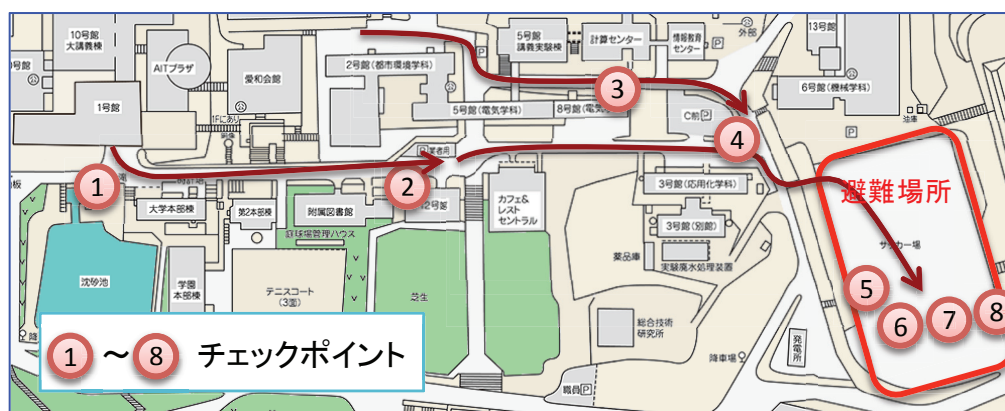


図 5-4 防災訓練時の機器の配置と避難経路 (2013)

Fig. 5-4 Placement of devices and evacuation routes, 2013

## 5.2 試験運用

本システムは、2013年10月23日に行われた本学の防災訓練にて実行し情報収集を行った。情報収集用のタブレットとしては、ASUS Nexus 7 (2012), Nexus 7 (2013), Panasonic BizPad を計8台用意し、図5-4に示す位置に配置した。各タブレットは避難経路の道路脇に学生が持って立ち、避難行動が始まる時間から情報の収集を開始した。今回はその情報を集約するようなサーバ群を用意せず、事前の周知活動も行わず自然な状態での情報収集を行った。また、今回は学生の避難後の状態も把握するために、避難場所においてもチェックポイント(5~8)を配置し、データ収集を行った。図5-3は実際に避難行動最中のチェックポイント6の様子である。

昨年度同様、11:35頃から避難行動を開始し11:50頃にはほとんどの学生は避難場所に移動していた。点呼が終了し、12:10頃には解散となった。

## 5.3 結果と考察

集計したデータから、192種類のSSIDが取得できた。そのうち12種のSSIDについては、多くのチェックポイントで記録が残っており、また時間の経過にしたがって、チェックポイント間で記録が移っていることから避難行動を行った学生(もしくは教職員)の所有する端末から発せられた情報であると推定できるものだった。

その1つの例を図5-5に示す。グラフの横軸は時間を表し、縦軸はチェックポイントの番号を示している。チェックポイント1においては、11:36:22からSSIDが認識でき、11:38:29まで確認できた。チェックポイント2においては、11:37:47から11:39:58まで確認できた事を示している。

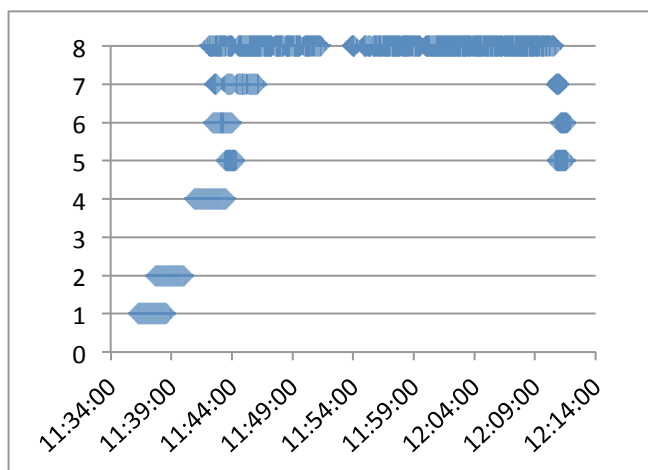


図 5-5 ある SSID の分布  
Fig. 5-5 Distribution of a certain SSID

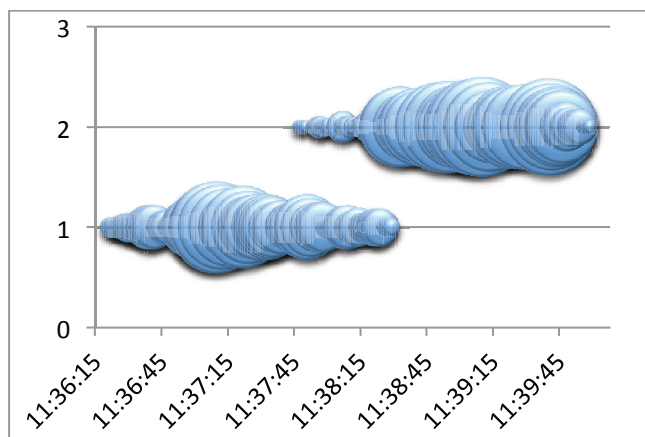


図 5-6 チェックポイント 1, 2 の電波の強さ  
Fig. 5-6 Signal strength at checkpoint 1 and 2

本システムで収集した各チェックポイントの認識時間をプロットすることで、そのSSIDを持つアクセスポイントがどのように移動したかを知ることができる。図5-5の場合は、チェックポイント1の周辺の建物から避難を始め、チェックポイント2を通過し4に向かい、その後避難場所に達している。避難した後の多くはチェックポイント8が最も近傍となるエリア、避難場所でもより東よりの位置に滞在していたことが推測できる。

また、各チェックポイントでそのSSIDを認識できている時間は比較的長い時間に及んでおり、いつ頃チェックポイントの最近傍を通過したかがはっきりしないが、その推定には電波の強度RSSIを用いて行うことができる。

図5-6はチェックポイント1および2において記録されているRSSIについてその強さを円の大ききで表してプロットしたものである。チェックポイント1では11:37:10、2では11:39:10に最も強い電波が記録されており、これらの時間をチェックポイント最近傍のおおよその通過時間と見なす事ができる。その場合、チェックポイント1-2間を2分間で移動したことになる。また、同様の方法で2-4間を計算した場合、2分43秒という結果となった。おおよそ妥当な数値と言えらる。

## 6. まとめ

大学において、災害発生時に学生の状況を把握する事は非常に困難である。しかし、大学にはその把握を責任もって行い、保護者への情報提供や環境の復帰を迅速に行うことが求められる。

本研究では、学生の安否確認の一貫として、学生の避難状況を迅速かつ正確に行うシステムの構築を行った。特に2012年度では、本学の学生が所有する学生証を用いて、避難状況の追跡を行い、2013年度では学生が所有するスマートフォンやモバイルWi-Fiルータに注目し追跡を行った。



また、各システムは既設のネットワークや電源等災害時に消失する可能性のある設備に依存しない災害に強いシステムとして構築し、実際の試験運用において正しく追跡が行えることを示した。また、本学で毎年行われている防災訓練において、運用試験を行い本システムによって学生の状況がこれまでより詳細に把握できることが示された。

また、試験運用で得られた情報から、通常目視だけでは感じる事が難しい、避難時間の差などを得ることができ、実際の災害時で問題となりそうな場所を分析可能であることが示された。

2つのシステムにはそれぞれの特徴があり、ICカードを使用した場合は、正しくチェックを行うことで正確な集計が可能であり、団体行動中の集団を素早く確認する際には有用な手段であると感じた。しかし、円滑な確認には徹底した周知が必要であることが問題となる。Wi-Fi ルータを用いた場合は、ルータの設定だけを周知するだけで良いため、ICカードでの集計に比べ比較的簡単にデータ集計が可能である。また、何らかのトラブルが発生してチェックポイントに到達できない場合であっても存在確認が可能であり、位置もある程度推定可能である点は、優れていると感じた。災害時には視認できない人物の把握も重要である。

現状でいくつかの課題がある。1つ目は今年度 Wi-Fi ルータを用いて学生の把握を行ったが、電波強度が強いためある程度の距離の推定はできるものの誤差が大きくなるという問題である。2つ目は、Wi-Fi の場合 IC カードと異なり学生の識別を行うためには Wi-Fi の情報と学生の情報との事前の紐付けが必要であり、簡便な手法の検討を要する事である。今後はこれらの課題に対応するため、BLE (Bluetooth Low Energy) やモバイルアドホックネットワークを用いたシステムの検討や、SSID 上に識別情報を埋め込む方法について検討をしたいと考えている。

## 参考文献

- 1) 中村 功：安否情報と情報化の進展（「災害情報と社会心理」第4章）、北樹出版。
- 2) 鈴木猛康、秦康範ほか：住民、行政、病院の情報システム連携による安否確認の試み、土木学会安全問題研究論文集 Vol.5, pp.30-36 (2010)。
- 3) 大原美保、目黒公郎：地震時の病院内被害情報収集システムの開発生産研究 62(4), 399-402 (2010)。
- 4) 関谷直也、深澤享：安否確認情報システムはなぜ使われないか、地域安全学会論文集, No.9, pp.189-198 (2007)。
- 5) 林能成、梶田将司ほか：組織特性を考慮した大学向け災害時安否確認システムの開発、土木学会安全問題研究論文集, Vol.3, pp.203-208 (2008)。
- 6) 市居嗣之、柴山明寛ほか：平常時・災害時での利活用を目的とした防災情報共有支援 WEBGIS の開発、日本建築学会技術報告集, Vol.22, pp.553-558 (2005)。
- 7) 綾皓二郎、川村暁：災害時における支援拠点としての学校、および震災と原発事故から学ぶ情報教育の在り方、情報教育資料 32 号、実教出版。(2012)。
- 8) 松尾雄作、菱田隆彰：災害時を想定した出席管理システムの構築と運用、電子情報通信学会総合大会発表論文集, D-9-2 (2013)。