

(共同研究)

ICTを用いた大規模災害時避難所支援システムの プロトタイプ開発の取り組みについて

浜松職業能力開発短期大学校 電子情報技術科

安部 恵一

浜松職業能力開発短期大学校 電子情報技術科

橋本 隆志

浜松職業能力開発短期大学校 電子情報技術科

西出 和広

株式会社ユー・エス・ピー 代表取締役社長

天城 康晴

アツミ特機株式会社 代表取締役社長

山口 高男

1. はじめに

阪神・淡路大震災（1995年）や東日本大震災（2011年）など過去の大規模災害時において、被災者の情報を収集するのに相当の時間がかかり、特にアレルギー情報や要介護など救援ニーズを取りまとめるのは不可能¹⁾に近かった。また、災害発生時は、電源を含めたインフラの喪失などによって、ICT（Information and Communication Technology）が十分に活用できないなどの問題があった。

本来ならICTの活用により迅速に被害状況や被災者情報を収集できるところが、実際は電力や通信等インフラが2日間以上止まり、発信できなかった。また、災害の備えという面より防災に力点が置かれ、災害発生後の長期間の避難所の生活におけるQoL（Quality of Life）まで十分考慮されていない状況であった²⁾。

そこで、本研究では、東日本大震災において発生した避難所における人的管理・資材管理の難しさや問題点を教訓とし、ICTを用いて、被災者の情報を収集し、救援ニーズを含む名簿等を迅速に作成・発信できる、インフラ断にも強いシステムの開発を目指すことにした。

本研究は(株)ユー・エス・ピー 代表取締役社長 天城氏、アツミ特機(株) 代表取締役社長 山口氏との共同研究の成果報告である。

2. 関連技術と課題

東日本大震災以来、企業、大学およびNPO団体において、ICTを用いた被災者支援システムの研究および開発が多く進められている。

類似する代表的な関連技術として、マイクロソフトが提供する「震災復興支援システム」³⁾や西宮市情報センターが無償提供する「被災者支援システム」⁴⁾などがあげられる。

これらのシステムには災害発生からインフラが復旧されない間はシステムを稼働できないという課題がある。また、従来技術では、避難所での避難者の数、避難者の男女の割合、安否情報等といった行政レベルで管理するおおまかな数字のみしか管理できず、避難所における詳細な救援ニーズ、すなわち、アレルギー疾患や難病の患者、障害者、介護を要する老人、妊婦等配慮の必要な方のニーズ情報まで拾い上げるシステムになっていないという課題が存在する。さらに、ほかの避難所から大勢の避難者を緊急で受け入れる場合でも、従来の技術では避難者の情報を入力する際、手入力処理のため、避難所運営側で受け入れた避難者を迅速に把握できないという課題があった。

したがって、本研究ではこれらの課題解決を実現するシステムの開発を行うことを目的とする。

3. システム概要

図1に本研究開発の最終目標を示す。本研究の最終目標としては、避難所内の避難者情報および救援ニーズ情報の収集・発信のみに限らず、クラウドシステムと連携し、ビッグデータによる被災状況分析を行い、被害の大きい地域に自衛隊・消防等に救助の応援要求を、NPO協力団体等に対して食料物資の要求を出せるようにしたいと考えている。

しかし、本研究が目指す避難所支援システムは図1に示すように大規模であるため、約3～5年の開発計画で、フェーズ1～3の3ステップで開発を進めることで、最終目標のシステム実現を目指す計画である。

平成25年度の研究では開発1年目ということもあり、避難所内のデータ収集を目的としたフェーズ1の部分の開発を行ったので、本稿の3.1節でその詳細について述べる。

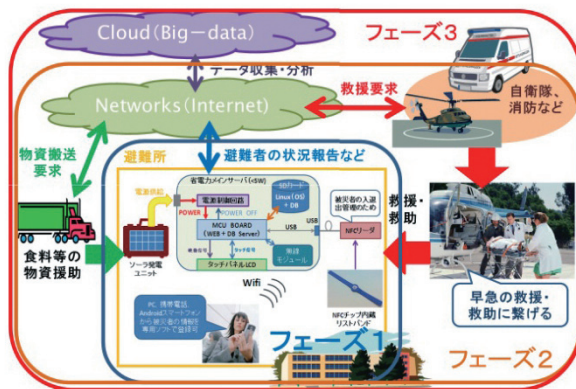


図1 本研究の最終目標

3.1 フェーズ1のシステム開発

初年度（平成25年度）の研究は、図2に示すフェーズ1（災害発生時から1週間以内）のシステム開発を行った。

フェーズ1のシステムでは実際の避難所での運用を想定し、電力インフラが喪失した状態でも本避難所支援システムを運用できるよう、電源供給部は太陽電池と鉛蓄電池による太陽光発電システムとした。また、鉛蓄電池を収容したケースと太陽電池に



図2 フェーズ1の避難所支援システムの概要

表1 太陽光発電システムの仕様

バッテリーケース外寸	100×400×250mm以内
内蔵バッテリー	型式WP22-12 (LONG) [12V 22Ah]
バッテリーケース重量	8.4kg以下
25W太陽電池 (2枚)	型式OPSM-SF1025 (Opt Supply)

表2 メインサーバの仕様

筐体外寸	170×275×140mm以内
マイコンボード	Raspberry Pi Model B [2.0～3.5W]
NFCリーダ	型式RC-S330 (Sony) [0.1～1.0W]
マウス (メンテ用)	型式M-BT 7R (ELECOM) [0.35W]
キーボード (メンテ用)	型式SK-8115 (DELL) [0.15W]
無線子機	型式WLI-UC-GNM [0.85W]
タッチパネルLCD	型式7 DD 1 + 1 FPC [4.0W (12V)]

取っ手を付け、持ち運びしやすいデザインとした。晴天であれば5時間で充電が完了できるうえ、災害前にあらかじめ家庭用電源により充電しておくことも可能となっている。太陽光発電システムの仕様は、表1のとおりである。

一方、本システムの避難者データ収集用のメインサーバは、市販のマイコンボードであるRaspberry Piでの組込み型マイコンシステム (Linux) を採用し、これにデータベースやWebサーバ、無線ルー

タ等の機能を搭載し、メインサーバ自体の総消費電力をノートPCの1/5以下とした。太陽光発電システムを用いることで長時間稼働（2日間以上）できるシステムを実現する。メインサーバの仕様は表2のとおりである。

避難所にいる避難者の情報入力（氏名、住所、被災状況等）は、避難者自身が所有する携帯端末（携帯電話、スマートフォン、PC端末等）の既存のWebブラウザソフトおよび専用ソフト（今回はAndroid端末のみ）から容易に避難者情報を入力できるように開発した。

図3がスマートフォンのWebブラウザで表示した避難者情報の入力画面である。これはPHPアプリケーションで開発したものであるが、図3の入力画面の項目は、実際に避難所で使用されたものを参考に作成した。

図3 Webブラウザ上での避難者の情報入力画面

また、避難所における避難者の入退出が流動的に変動した場合でも、避難者の入退出管理を迅速に行えるよう、避難者が普段から所有するNFC（Near Field Communication）カード等を使った避難所の入退出管理を行うシステムを考案した。図4にNFCを用いた避難所の入退出管理システムの概要を示す。

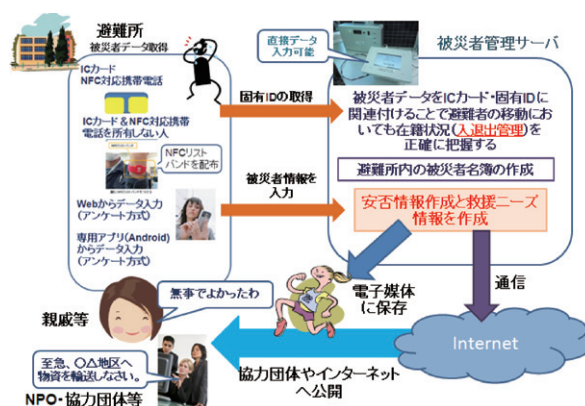


図4 NFCを用いた避難所の入退出管理システム

一般的にNFCカードの代表例としては、SuicaやTカードなどがあるが、われわれはこれらを個人認証として有効活用できないかと考えた。現代社会で生活している人ならNFCカード1枚以上は所有しているといっても過言ではない。もしも、NFCを所有していない人の場合でも、避難所でNFCチップ内蔵のリストバンドを配布し、腕などに付けさせることで個人認証できるよう考案した。

NFCカードならびにNFCリストバンドに埋め込まれたUID（User Identifier）と既に登録済みの避難者情報とを対応づける。これにより、避難者が避難所を入退出する際に身に付けたNFCカード等を避難所の出入り口付近に設置されたメインサーバと接続状態のNFCリーダにかざすことで、避難者の入退出管理を正確かつ迅速に行える。

本システムのメインサーバでは避難者の名簿を作成する機能のほか、安否情報の作成や、配慮の必要な人の救援ニーズ情報を作成する機能を搭載させる。後者の救援ニーズ情報の作成機能は、平成25年度の研究においては未対応である。また、作成した被災者名簿等はUSBフラッシュ・メモリ等の電子媒体にCSV形式ならびにJSON形式で保存し、外へ持ち出せる機能としている。

よって、フェーズ1のシステムでは、原始的であるが人手を使って、NPOや協力団体へ救援を依頼するシステムとした。図4に示した、通信を利用し、インターネットを介して救援を依頼する機能については、平成26年度の開発フェーズ2で対応する

予定である。

以上のことから、避難者の状況把握、不足物資の確認などを容易にし、避難所の運営負担を低減させる。

3.2 今後（平成26年度以降）の開発

平成26年度以降は、図1のフェーズ2（災害発生時から1ヵ月未満）のシステム開発および、平成25年度に開発したフェーズ1のシステム評価・改善を行う予定である。

フェーズ2におけるシステム開発として、インターネットが停止している際に、メインサーバのデータベースに登録されている避難者情報等をNPOや協力団体等へ無線で送信するための通信技術の検討を行う。

また、介護が必要な方、外国人、障害者、アレルギー疾患や難病の患者など、個別の対応を必要とする人たちの名簿を作成し、避難者データと合わせて送信できるようにする。

本システムの評価・改善としては、実稼働時間の測定および、さらなるメインサーバの省電力化の検討、顔認証等を用いた新たな入退出管理方法の検討、ウェアラブル端末を用いた避難所運営サポートシステムの提供を目指し、平成26年度研究開発を行っていく予定である。

4. 開発の進め方

4.1 研究開発の実施方法

本避難所支援システムの開発（フェーズ1）は大きなシステムであることから、開発効率を考え、下記の3つのプロジェクトに分かれ、研究室ごと、担当ごとに開発を進めた。

本開発は専門課程電子情報技術科の「総合製作実習Ⅰ」、「総合製作実習Ⅱ」と放課後の時間を使って取り組んだ。

- (1) 避難所運営管理用メインサーバシステムの開発
【指導教官 安部恵一】

担当：池谷、岩崎、加藤、佐野、野田

- (2) 避難所管理システム向け携帯端末向けデータ入力用アプリケーションの開発
【指導教官 橋本隆志】

担当：石塚、土屋、原田、名倉

- (3) 太陽光充電電力供給システムの開発

【指導教官 西出和広】

担当：稲葉、星野

本開発はグループワークを基本とすることから、まずは上記のプロジェクトごとに役割や担当者等を決め、各班で完成目標を立ててもらい、その後スケジュールの作成と進捗管理は、グループ会議および、毎月2回の民間企業の方を交えての共同研究定例会（進捗報告・学習会等）を通して行った（図5）。

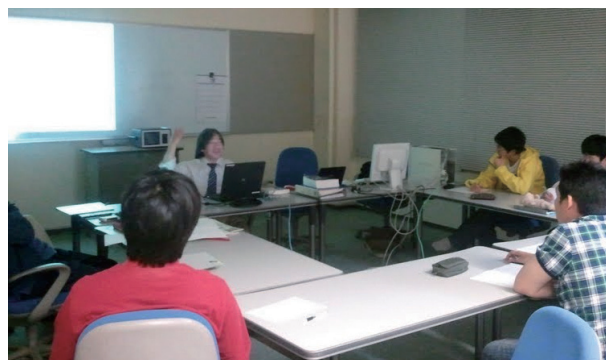


図5 民間企業の方と毎月2回の共同研究の定例会（進捗確認・勉強会等を実施）

4.2 全体の開発スケジュール

表3に本開発の全体スケジュールを示す。

4～7月の期間は本研究に着手するために必要な基本技術を学生に習得させるため、専門課程電子情報技術科の総合製作実習の時間を使って、講習会形式でマイコン開発、Javaによるプログラム開発、組込みLinux開発などの勉強会を実施した。

表3 全体の開発スケジュール

期間（H25）	作業内容
4～7月	勉強会 （マイコン、Java、組込みLinuxなど）
8～9月	システムの仕様決めおよびシステム設計
10～H26.1月	プロトタイプの開発および評価
1～2月	アッセンブリでの評価
3月	まとめ（卒業論文の作成）

8～9月は毎月2回以上の定例会を通じて、共同研究パートナー企業の天城社長、山口社長、ならびに称賛企業・団体の方々のご意見を取り入れながら、本避難所支援システムの仕様決めならびに全体のシステム設計を行った。実際のシステム開発および製作の着手は10月スタートであり、実際に本システムのプロトタイプを完成できたのは1月末であった。この成果物を平成26年1月30・31日に開催された公益財団法人浜松地域イノベーション推進機構主催の浜松メッセ2014に出展し、多くの訪問者から反響を得ることができた（図6）。

また、平成26年2月に岐阜で開催された東海ポリテクビジョンでも、本システムのプロトタイプのデモ機を出展ならびに研究プレゼンテーション発表等を学生主体で行った。

3月は本研究のまとめと次年度の卒研生の引き継ぎを兼ねて、担当した学生に卒業論文を作成させた。



図6 はまつメッセ2014の出展ブース
(イノベーション推進機構開催2014年1/30, 31)



図7 平成25年度総合制作実習の成果物による
表彰で最優秀賞（全国1位）を受賞

本研究の取り組み等が評価され、平成26年3月20日の当校の修了式に、高齢・障害・求職者雇用支援機構の理事長から専門課程総合製作実習最優秀賞（全国1位）⁵⁾を頂くことができた（図7）。

4.3 全体の開発費用

表4に本フェーズ1のシステムの開発費用の内訳を示す。今回の開発の全費用は部品代のみで、約8万円程度となった。

表4 本システム（フェーズ1）の開発費用

品名	価格
ケース（外装）	1.2万円
組込みマイコンボード、液晶ディスプレイ基板、NFCモジュール一式	1.8万円
鉛蓄電池（2セット）・太陽光パネル（2セット）・コントロール基板一式	4.0万円
各種パーツ類一式	1.0万円
合 計	8.0万円

5. 本開発テーマを通じての職業訓練効果の狙いについて

表5に本開発テーマを取り組むのに必要な前提となる知識・技能・技術ならびに、本開発テーマを通じて養成する技能・技術などを示す。

表5 前提となる知識・技能・技術ならびに
本開発テーマで養成する技術・技能

前提となる科目または知識、技能・技術
組込みソフトウェア基礎実習、電子回路、デジタル回路基礎実習、アナログ回路基礎実習、マイクロコンピュータ工学、マイクロコンピュータ工学実習、インターフェイス技術、インターフェイス製作実習、組込みシステム工学、組込みシステム実習、センサ工学、計測制御実習、移動体通信技術、機械工作実習、基礎製図実習
本研究開発によって養成する知識、技能・技術
組込み型マイコン開発技術、データベースおよびWebサーバの構築技術、PHPを用いたWebアプリケーション開発技術、オープンプラットフォーム系アプリケーションの開発技術、電子回路設計、モバイル系ネットワーク技術、機械設計技術、機械加工技術、データ処理技術、ユニバーサルデザイン

本開発テーマは電子情報技術科の2年間で学んだ組込み技術、ソフトウェア開発技術、電子回路技術、情報通信技術といった電子情報分野の柱となる技術をベースに、電気エネルギー制御科で学ぶパワーエレクトロニクス技術や生産技術科で学ぶ機械CADによる筐体設計技術、さらに既存の電子情報技術科のカリキュラムにないデータベース構築技術等といった複合的な専門技術を有した内容であるため、学生にとっては就職後即戦力になるような実践的な技術・技能の習得要素が含まれている。

また、本開発テーマは企業との共同研究と直結しているため、本研究（総合製作実習）を開始した平成25年4月から平成26年2月まで毎月2回以上のペース（8月を除く）で企業と学生を交えた進捗会議および学習会を実施してきた。この進捗会議および学習会では、技能や技術以外の学生のヒューマンスキル（プレゼンテーション能力、コミュニケーション能力等）を向上させる目的で、研究開発の進捗説明等を積極的に担当学生に行わせるなどして、スキルの底上げを行ってきた。さらに、組込み技術に関する最先端技術の習得の場にもなっており、職業訓練教育に携わる者として、大変有意義な職業訓練教育環境を提供できたといえる。

6. おわりに

本研究では、東日本大震災において発生した避難所における人的管理・資材管理の難しさや問題点を教訓とし、大規模災害（M7以上）における迅速かつ効率的な避難所の運営を実現するため、浜松の地元企業と共同でICTを用いた避難所管理システムのフェーズ1のプロトタイプ開発を行った。

この研究成果物は既に浜松メッセ2014および東海ポリテクビジョン2014（岐阜）などに出展し、多くの訪問者から反響を得ることができた。

本研究は単に避難所支援システム開発に限らず、避難所の運営方法まで含めた総合的な管理支援システムの実現を目指すものである。今後はフェーズ2（災害発生時から1ヵ月未満）のシステム開発および、平成25年度に開発したフェーズ1のシステム評

価ならびに改善を行う予定である。

特に介護が必要な方、外国人、障害者、アレルギー疾患や難病の患者など、個別の対応を必要とする人たちの救援ニーズ情報を作成し、避難者データと合わせて無線通信などで協力NPO団体や自治体へ送信できるようにしていきたいと考えている。

また、専門課程の職業訓練教育の底上げが図れるよう、民間企業および団体、地元大学などを巻き込んで、本研究プロジェクトを実施していきたいと考えている。

7. 謝辞

最後に、本研究を進めるに当たり、多大なご協力を頂きました(株)ユー・エス・ビーの天城様、アツミ特機(株)の山口様、和歌山職業訓練支援センター 訓練課長 岡崎仁氏、またご協賛頂きました梅澤無線電機(株)様、日本Androidの会浜松支部様、静岡大学情報学部准教授 峰野博史様に深く感謝申し上げます。

【参考文献】

- 1) 内閣府（防災担当）：「東日本大震災における災害応急対策の主な課題」、2012年7月
http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/taisaku_wg/5/pdf/3.pdf
- 2) 今井建彦：「東日本大震災から課題とその対応の現状（自治体ICTの側面から）」仙台市総務企画局情報政策部，2011.
- 3) 「東日本大震災被災地支援への取り組みについて」
<http://www.microsoft.com/ja-jp/citizenship/disasterrelief/default.aspx>
- 4) 西宮情報センター：被災者支援システムの概要
<http://www.nishi.or.jp/homepage/n4c/hss/>
- 5) 平成25年度専門課程総合制作実習の成果物表彰
http://www.jeed.or.jp/js/kousotsusya/polytech_co/hyosho_h25_senmon.html#01