

# ICTを用いた避難体制の構築の実証実験

中井 俊文<sup>†1</sup> 石田 浩二<sup>†2</sup> 安浦 寛人<sup>†1</sup>

<sup>†1</sup>九州大学 <sup>†2</sup>福岡県産業・科学技術振興財団

東日本大震災以降、各自治体で防災計画の見直しが行われている。福岡県糸島市も緊急時防護措置準備区域を抱える自治体である。我々は、糸島市と協力し、有事の際の住民の円滑な広域避難体制の確立を目指し、ICTを利用した避難支援システムを開発し、避難訓練にて実証実験を実施した。その結果、ICTを用いることにより、過去に行ってきた避難訓練の結果を革新的に変え、住民の確認時間を1/4に削減することにより全体の避難時間を1/2とすることが可能となった。加えて、本システムを有効に利用するためには、今後検討しなければならない課題もあることが判明し、その解決法について検討を行った。

## 1. はじめに

東日本大震災以降、各自治体で防災計画の見直しが行われている。また、政府は福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえ、原子力災害対策重点区域を原子力発電所の周囲30km圏内へと拡大した。この区域を設定する都道府県および市町村においては、地域防災計画の中で、当該区域の対象となる原子力事業所を明確にした原子力災害対策編を定める必要がある。

原子力発電所における事故の不確実性や急速に進展する事故の可能性等を踏まえ、避難や屋内退避等を準備する30キロ圏区域、いわゆる緊急時防護措置準備区域（以降UPZ：Urgent Protective action planning Zone）[1]を持つ市町村は、全国24道府県の135市町村にわたる。この地域には、約480万人の住民が住んでおり、各自治体は避難計画を策定・計画の充実化を行い、地域の防災体制の強化・充実を行っていかなければならない。さらに、訓練の実施による緊急時における対応能力の向上などが求められている[2]。また、総務省のICT街づくり推進事業では、ICTを用いた災害に強い街づくりがテーマの1つとして掲げられ、平時のICT利活用と緊急時、災害時における防災、減災機能の発揮を求めている。

我々は、福岡県糸島市と協力し、ICTを用いた有事の避難支援システムを構築し、糸島市で行われた住民の避難訓練にてシステムを検証した。

本論文では、第2章に糸島市で実証実験を実施するに至った背景を、第3章にて実証実験の概要について、第4章で実施した避難訓練を説明する。そして、第5章では実証実験の結果を示し、第6章で当初の仮説と結果の

差異について検討、第7章で今後解決すべき問題点をシステム面と社会実証面から整理する。

## 2. 糸島市における実証実験の実施

### 2.1 糸島市での取り組み

糸島市は福岡市のベッドタウンであり、原子力施設から半径約30km圏内として設置されるUPZ圏内に約15,000人が居住する自治体でもある。有事において、糸島市が抱えるおよそ10万人の住民をいかに安全に避難させるかは、自治体の持つ最大の課題である。糸島市は玄海原子力発電所の風下に位置し、西風が吹く日数は年間約100日。最大風速12m（時速43km）の風が吹くと、玄海原子力発電所からの影響は、1時間で市内全域におよぶ。原子力発電所の再稼働にあたっては、UPZ圏内の住民の円滑な広域避難体制の確立が不可欠である。現在でも糸島市では、有事のために自主避難訓練をしているが、過去の訓練から現状の仕組みでは指定避難所での入所確認に時間がかかりすぎているため、混乱し、不明者を探しての二次災害にもつながる危険性があることが判明している。

### 2.2 避難訓練

糸島市では2種類の避難訓練を実施している。図1に示すように、校区や行政区単位で実施している一次避難所への地域避難訓練と、福岡県、長崎県、および佐賀県の3県合同で行う原子力発電所の災害を想定した広域避難訓練である。地域避難訓練は、防災対策本部（以降、本部と呼ぶ）からの避難指示の発令に従い、住民は自宅

より一次避難所に集合し、区長や自主防災組織の班長が集合した住民を確認し、男女別に人数を本部に連絡するものである。また、広域避難訓練は、いったん一次避難所に集合した後に、集団で広域避難所まで移動し、広域避難所内に設置されたスクリーニング検査場で検査を受け、広域避難所に入所するまでの訓練である。前回（1年前）と今回の広域避難訓練では、糸島市の離島である姫島の住民32人を対象としており、姫島島内にある一次避難所に集合した後、船とバスにて広域避難所に移動することとなっている。この広域避難訓練においては、一次避難所、船での移動後のバスに乗車時、広域避難所におけるスクリーニング受付時、および広域避難所での最終受付の4回の受付で本人確認を行う。1年前に行った前回の広域避難訓練では、この4回の受付に要した時間は、合計で95分であった。この結果から現状の仕組みでは、最終避難所までの入所確認に時間がかかりすぎていることから、実際の災害においては、避難する住民は膨大な人数となることで、相当な混乱が予想されることが課題となった。糸島市では、この受付に要した時間を少なくとも半分以下にすることを今回の目標と定めた。

### 2.3 ICTを用いた避難訓練

我々は、糸島市の課題解決を目的とし、実際の避難訓練の中で、避難時間の短縮と住民の避難状況の把握のため、以下に示すような仮説を立てた。そして、ICカードを利用することで、住民の避難を素早く確認できるものとし、離れた本部においては住民の避難状況を確認し、状況にあわせスピーディに対応可能な判断材料が与えられる体制を提供できるシステムの開発と実証を行った。

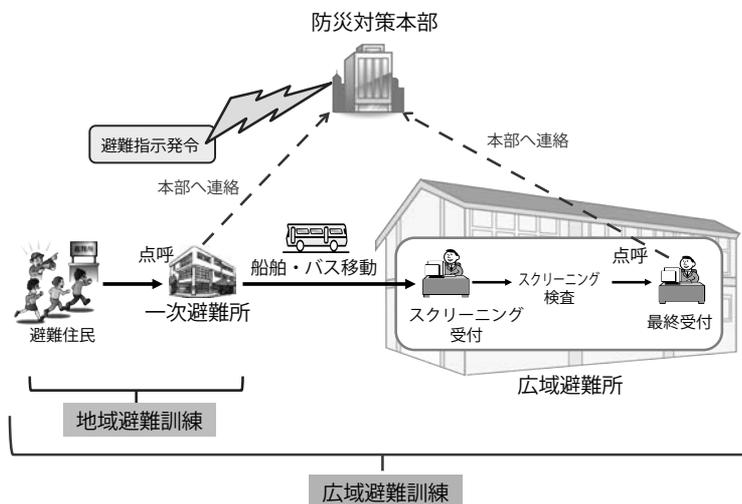


図1 避難訓練

なお、本論文では、“受付時間”を“最初の住民が受付を始める時間から、最後の住民が受付を終了するまでの時間”と、“確認時間”を“一人の住民が受付の所定の受付位置に立った時から、受付を終了し、受付位置を離れるまでの時間”と定義する。

(仮説)

- ①確認時間を短縮することにより受付時間が大幅に短縮できる。
- ②ICカードを使用することで確認時間を大幅に短縮できる（高齢者にも対応可能）。
- ③本システムにより各拠点で、その時点の避難状況と避難住民が把握できる。
- ④動態管理により、本部で避難移動状況が確認できる。
- ⑤糸島全市民の避難支援システムとして利用できる。

ICTを導入した部分は、一次避難所での受付の本人確認、バス乗車時の確認、広域避難所での最終受付時の本人確認、およびスクリーニング受付の本人確認とスクリーニング検査表への個人情報の自動記入である。加えて、バス移動時の位置検出も行った。

## 3. 実証実験の概要

### 3.1 概略

避難訓練においては、あらかじめ住民一人ひとりに配った、920MHz帯RFID（Radio Frequency IDentification）（ISO/IEC 18000-63準拠）を張り付けたデュアルインタフェースのICカード（接触：ISO/IEC 7816-3、非接触：ISO/IEC 14443 Type-B）を携帯することで、有事の際の避難点呼を確実に容易なものとし、確認時間の短縮と、避難所や本部でのより確実な避難状況の把握を行い、有事

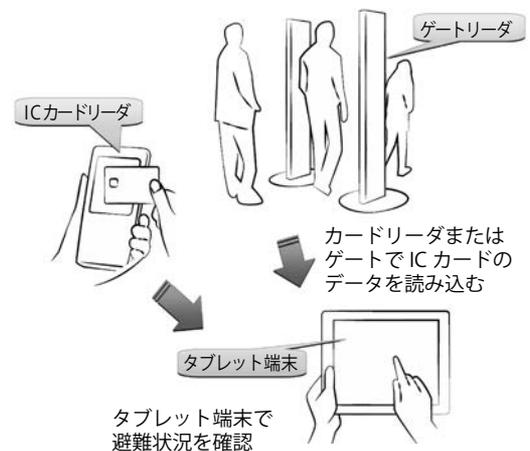


図2 避難訓練のイメージ

に備えるものである。図2に避難訓練のイメージを示す。

避難した住民を確認する場所となる避難所には、避難用ゲートもしくはICカードリーダーを備え付け、ICカードを持った住民が避難用ゲートを通過、もしくは住民が自らICカードをICカードリーダーにかざすことで、住民の避難情報（住民者情報、避難用ゲートやICカードリーダーの種類や位置、リーダーがカードを感知した時間）などを記録するものである。また、記録された情報は、現場のタブレット端末やパソコンを通じて関係者がその人達の閲覧権限によって閲覧できる。さらに、広域避難訓練では避難時に使用する避難用バスにGPS機能の付いたICカードリーダーを搭載し、避難用バスの現在地が本部にあるパソコン上の地図に表示されるようにしている。

### 3.2 システム

避難訓練のシステムを図3に示す。本システム全体の認証機能、ID管理、権限・権限の流通管理を行う社会情報基盤VRICS（Value and Right Circulation control System）が稼働するVRICSサーバや情報基盤上でサービスを提供するサービスアプリが入ったサーバは、糸島市にある（財）福岡県産業・科学技術振興財団の施設（社会システム実証センター）内に設置し、オープンネットワーク（インターネット）を通じて提供した。

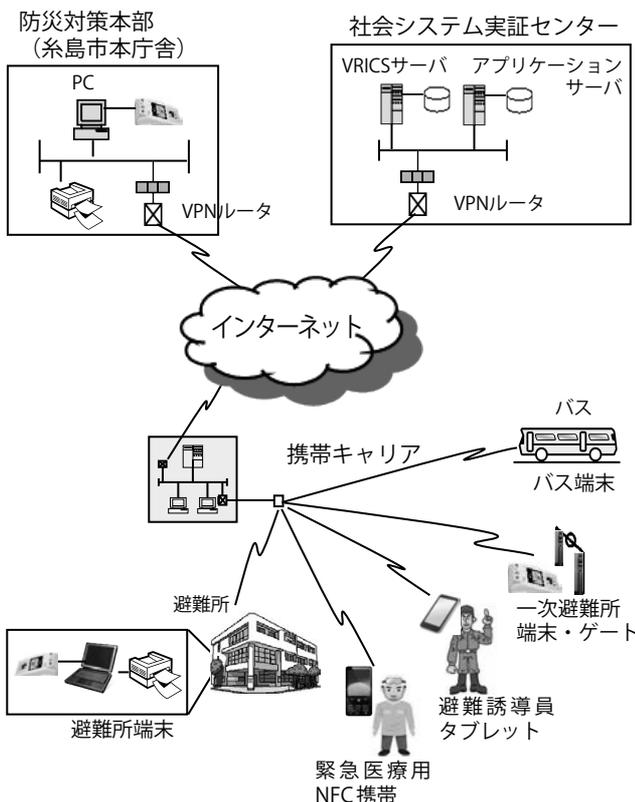


図3 避難訓練のシステム

また、広域避難訓練では、本部となる糸島市役所内の危機管理課や、地域避難訓練では本部となる公民館にパソコンを設置し、インターネットに接続もしくは、インターネット回線が使えない地域の公民館では携帯電話回線（CDMA（Code Division Multiple Access）：3G）を利用してインターネットに接続し、本部機能を実現した。

本部では、アプリケーションサーバから各避難所の避難状況の情報や避難移動用バスのロケーション情報などを入手し、各避難所から電話にて連絡されてくる避難確認情報を確認した。また、各避難所では、避難用ゲートやICカードリーダーをインターネット回線もしくは携帯電話回線経由でインターネットに接続して社会システム実証センター内に設置したVRICSサーバやアプリケーションサーバと通信を行った。

避難所で用いられる、避難状況確認用のタブレットは、Wi-Fiドッキングステーションモバイルルータ（Wi-Fi WALKER：DATA08W）を使い携帯電話回線経由でインターネットに接続して、社会システム実証センター内に設置したアプリケーションサーバにアクセスし避難状況を確認した。

避難状況確認用のタブレットの表示を図4に示す。

トップ画面では、行政区長が自分の行政区を選択し、避難状況を確認する。糸島市の避難訓練においては、避難所から本部への連絡は、行政区別に男女別の人数だけの報告となっていることから、行政区長が避難所で使用する避難状況確認用のタブレットの表示では、登録者数（住民：実際にはICカード登録した住民の人数）、避難者数（避難指示発令後の避難用ゲートもしくはICカードリーダーで確認した人数）、未確認者数（避難指示発令後のICカード登録者で避難用ゲートもしくはICカードリーダーで確認できなかった人数）を表示した。

また、登録者、避難者、および未確認者の画面を選択することで、登録者、避難者、および未確認者に属する住民の名前、年齢、行政区などがリストとして表示される。避難者のリストには、何時何分にもどの場所（避難用ゲートやICカードリーダーの設置場所）で確認されたか



図4 避難状況確認用のタブレットの表示

が表示される。さらに、そのリスト中の個人名を選択することで、その人物と同世帯（家族として登録した人）のリストと避難状況が表示される。この機能により、家族の避難状況を確認でき、住民はこのタブレットの機能の閲覧を許可された人に自分の家族の安否情報を聞くことで、家族が今どここの避難所にいるのか、また何時に避難所を移動し次の避難所に行ったのかを知ることができる。

### 3.3 情報基盤

我々は、従来の「既存の社会システムの部分的な電子化」というアプローチから「情報技術の利用を前提とした新しい社会システムの構築とそのための技術開発」という立場への転換[3],[4]を行うべく、電子・情報技術の存在を前提とした社会システムの構築を検討してきた。その結果、①利用者（ユーザ）にとって分かりやすい仕組み、②利用者もサービス提供者を認証できる双方向認証のシステム、③個人情報の流出を防ぐプライバシーの保護、④単一方式による複数のサービスの提供と個々のサービスの独立性の確保を実現する仕組みとして、電子化された価値と権利権限の流通を管理する仕組みである社会情報基盤VRICSを開発した[5]。VRICSの主な特長は、セクトラルモデルを実現したID管理と、ICカードなどの認証デバイスを用いた個人認証にある。

セクトラルモデルでは、各々のサービスが独立しており、個人はサービスごとに別々のID、つまりSubID (Subsequence ID) を持つこととなる。このため、サービス提供側からは、個人を特定し各々のサービスの利用履歴を知ることができない仕組みとなっている。

しかし、今回のような緊急時においては、個人を特定しその人の動態を管理することが必要となる。このため、緊急時におけるセクトラルモデルに対応した動態管理をVRICSで実現させた。図5にVRICSにおける動態管理の仕組みを示す。

おのおののサービス、たとえばバス・電子マネーサービス、施設管理サービス、登下校見守りサービスなどの場合、各々にバス・電子マネーサーバ、施設管理サーバ、登下校見守りサーバが存在し、それぞれに図中のA001～A004, B001～B004, およびC001～C004といったように別々のSubIDによって利用者が管理されている。しかし、バス・電子マネーサービスにお

いてSubIDのA001を持つ利用者が、施設管理サービスにおいてB001であるのかB002であるのかまたそれ以外であるのかは、サービス側では分からない。同様に、登下校見守りサービスにおいても、いかなるSubIDを利用しているかは分からない構造となっている。そして、個々のサービスへのアクセスはアクセス管理サーバにて管理され、すべての端末は端末管理サーバによって管理されている。アクセス管理サーバには、利用者とサービス情報が、端末管理サーバには位置情報やICカードアクセス情報などが格納されている。

今回、住民の一連の避難状況（動態）を確認するために動態管理サーバを新設した。動態管理の流れは、まず、対象とするサービス、どのような場合に見守りを行うかのしきい値、動態管理データの保存期間、管理情報の通知先などを設定する。ここで、VRICSサーバは、見守りの対象とされた個人（機器の場合も可能）に対して、アクセス管理サーバから対象とされたサービスの対象とされた個人に対して発生されたSubIDの情報を動態管理サーバに集めることとなる。つまり、対象としたサービスにおいて、個人のSubIDを串刺しにする。これにより、端末管理サーバの位置情報データから、個人がどのように行動したかが情報として残ることになる。通常、この情報は見守り通知後は、動態管理サーバには残さなくすることで、セクトラルモデルのセキュリティを担保することとしている。

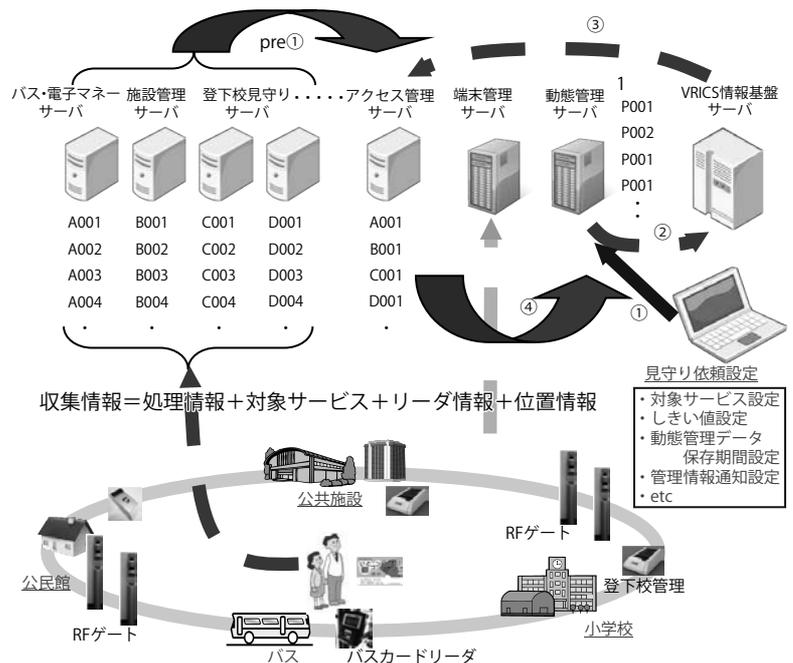


図5 VRICSにおける動態管理

## 4. 避難訓練

避難訓練では事前準備として、住民に裏面に避難用ゲートの感知用のための、ICカードのカード番号に紐付けされたRFIDを張り付けたICカードを配布した。また、一次避難所にICカードリーダー、もしくは避難用ゲートを設置、広域避難先にICカードリーダーを設置、避難用車両にGPSを内蔵したICカードリーダーを設置した。

避難訓練は2回の地域避難訓練と1回の広域避難訓練を行った。

### 【地域避難訓練】

(一貴山校区一斉避難訓練：平成25年9月11日)

避難所：指定避難所である10の地区公民館、

防災対策本部：一貴山公民館、参加：1,050名

(吉井下区自主防災会避難訓練：平成26年3月9日)

避難所：福吉公民館、防災対策本部：福吉公民館

参加：100名

避難所において、名簿もしくはICカードによる避難者確認を行った。名簿での確認は、名簿で担当地区住民の避難状況を確認し本部へ電話で連絡する。

ICカードでの確認は、ICカードリーダーもしくは避難用ゲートで避難者を読み取り、避難所に設置されているタブレットで担当地区住民の避難状況を確認する。

### 【地域避難訓練での確認と時間計測方法】

地域避難訓練における避難所でのそれぞれの確認方法を表1に示す。

- 名簿およびリーダーの受付における一人あたりの確認時間の測定は、住民が受付の機の受付位置に立った時から、受付を終了し、受付位置を去る時までの時間をストップウォッチで計測した。
- 避難用ゲートの確認時間測定は、住民が、避難用ゲートの入口（ゲートの1メートル手前の位置）から、避難用ゲートの出口（ゲートの1メートル後方）を通過する時間をストップウォッチで計測した。

表1 地域避難訓練での確認方法

確認方法	一次避難所
名簿	住民：班長による点呼 行政区長：本部へ男女の数を電話連絡
ICカード／RW (リーダー・ライター)	住民：RWによる読み取り 行政区長：タブレットで避難状況を確認、本部へ連絡
ICカード／ゲート	住民：ゲートによる読み取り 行政区長：タブレットで避難状況を確認、本部へ連絡

### 【広域避難訓練】

(3県合同原子力防災訓練：平成25年11月30日)

佐賀県、長崎県、福岡県の3県合同による避難訓練であり、福岡県は糸島市内UPZ圏内の3つの行政区の住民107名（3行政区：32名+35名+40名）を対象とし、一時避難所に避難後、船舶やバスを利用し、広域避難所に移動、スクリーニング検査を受けた後、広域避難所に収容した。広域避難所におけるスクリーニング検査では、ICカードを保有している者（糸島市からの参加者）に対して、従来はスクリーニング検査用紙を配布し、住民が必要事項を記入していたのに対し、ICカードを読み取ることで、検査の受付とスクリーニング検査用紙の自動記入を行った。前回の結果との比較を行った姫島の避難訓練の工程を以下に示す。

(糸島市姫島行政区：32名)

一次避難所：姫島漁港

広域避難所：福岡市立福岡女子高等学校

糸島市防災対策本部：糸島市役所危機管理課

姫島行政区の避難フロー

- 一次避難（一次避難所：避難者確認）
  - ー船で移動ー
- バス乗車確認
  - ーバスで移動ー
- 避難所到着
- 検査受付確認（スクリーニング検査受付）
- 避難所入所確認（避難所受付：避難者確認）

### 【広域避難訓練での確認と時間計測方法】

広域避難訓練における避難所でのそれぞれの確認方法を表2に示す。

- 一次避難所、バス乗車前の確認、および広域避難所における最終受付は、最初の住民が受付を始める時間から、最後の住民が受付を終了するまでの受付時間をストップウォッチにて測定した。
- スクリーニング受付時間は、最初の住民がスクリーニ

表2 広域避難訓練での確認方法

確認方法	一次避難所	バス乗車点呼	バス移動	広域避難所	
				スクリーニング受付	最終受付
名簿	—	—	—	受付で検査用紙を受け取り、必要事項を記入。受付者が受付名簿へ記入。	行政区長による点呼。区長は点呼結果を本部へ電話連絡。
RW	ICカードによる受付。区長がタブレットで避難状況を確認。	バス乗車前、ICカードによる受付。	バス位置自動発信	ICカードによる受付、個人のデータを記した検査用紙が印刷される。	ICカードによる受付。区長がタブレットで避難状況を確認。

ング受付を始めた時間から、最後の住民がスクリーニング検査シートを受け取り、記載内容の確認を終えるまでの受付時間をストップウォッチにて測定した。

- 3県の比較のための一人あたりのスクリーニング受付時間は、ICカードの場合（糸島市）、住民がスクリーニング受付の機の受付所定位置に立った時点から、ICカードをリーダーにかざし、スクリーニング検査シートをプリントアウトした後、住民にシートを渡し、記載内容の確認を終え、受付を離れるまでの確認時間をストップウォッチにて測定した。また、名簿の場合（長崎県・佐賀県）の測定は、住民がスクリーニング受付の機の受付位置に立った時から、スクリーニング検査シートを受け取り、シートに必要な内容を記載し、受付に提出するまでの時間をストップウォッチにて測定した。
- 3県の比較のための最終受付における一人あたりの確認時間の測定は、住民が受付の機の受付所定位置に立った時から、受付を終了し、受付位置から離れるまでの時間をストップウォッチで計測した。

## 5. 結果

図6に地域避難訓練での一次避難所における一人あたりの確認に要した確認時間の測定結果を示す。

名簿を使った確認時間は一人あたり平均で35.1秒かかっている。それに比べ、ICカードリーダーによる確認時間は一人あたり平均で8.7秒と1/4と短縮されていることが分かる。さらに、避難用ゲートを使った確認時間は一人あたり平均で2.0秒とさらに1/4以上短縮されていることが判明した。名簿による避難者の確認と避難用ゲートによる避難者の確認とは、その処理量は17.5倍である。有事における避難者受付においては、ICカードを利用することで、4倍以上（避難用ゲート利用なら17.5倍）の迅速な受付が可能であることが実証された。

図7に姫島行政区の広域避難訓練での測定結果の前回（1年前）との比較を示す。今回姫島で行われた広域避

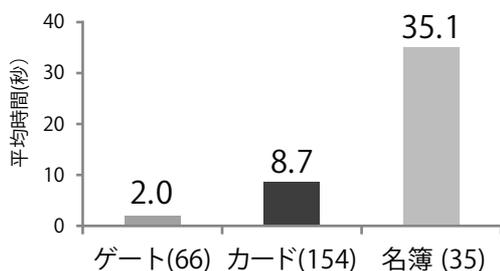


図6 確認に要した時間（ ）内はサンプル数

難訓練の一次避難所や広域避難所、訓練内容はまったく同一であり、前回と今回の異なる点は、避難者がICカードを携帯しており、それぞれの避難所での確認をICカードで行う点と、スクリーニング検査の受付をICカードで自動印刷する点である。加えて、今回はバスでの移動情報を本部で確認できる点である。

姫島行政区の広域避難訓練での住民の確認は、一次避難の避難受付、船で移動後の漁港でバスに乗車前、バスで広域避難所に到着後スクリーニング検査の受付での確認、およびスクリーニング検査終了後に広域避難所に入所する際の確認と4回行われることとなっている。

前はすべて名簿で行われ、一次避難の受付、バスに乗車前の確認、スクリーニング検査の受付、広域避難所の入所受付にそれぞれ、15分、10分、40分、30分と合計で要した時間は95分にのぼった。今回ICカードを用いた避難訓練での測定結果では、一次避難の受付、バスに乗車前の確認、スクリーニング検査の受付、広域避難所の入所受付にそれぞれ、12分、2分、8分、19分と要した時間は41分となった。結果、避難訓練で4回の確認作業が行われ、ICカードを利用することで54分もの大幅な短縮ができたこととなり、ICTの活用は大きな効果として現れた。

次に、広域避難所において、合同で避難訓練を行っていた佐賀県（唐津）および長崎県（壱岐）のスクリーニング検査の受付と避難所入所の受付の一人あたりに要する確認時間を測定し比較した（表3を参照）。

佐賀県（唐津）および長崎県（壱岐）は名簿による確

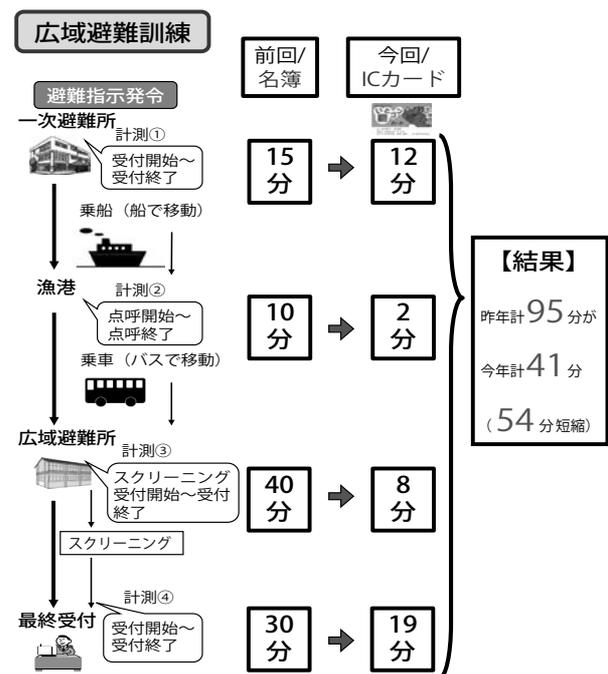
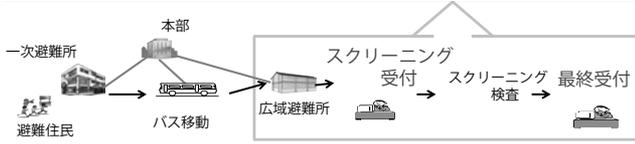


図7 広域避難訓練の結果（1）

表3 広域避難訓練の結果(2)

行政区	確認方法	場所	平均(秒)/人(サンプル数)
糸島市 (姫島)	カード	スクリーニング受付	16.8 (24)
		最終受付	2.5 (32)
佐賀県 (唐津)	名簿	スクリーニング受付	227.2 (31)
		最終受付	11.2 (23)
長崎県 (壱岐)	名簿	スクリーニング受付	497.1 (18)
		最終受付	6.9 (18)



認であり、糸島市(姫島)はICカードを利用した確認方式である。ICカードを利用した糸島市(姫島)では、スクリーニング受付と最終受付はそれぞれ、一人あたり平均16.8秒、2.5秒であった。これに比べ、名簿を利用した佐賀県(唐津)では、スクリーニング受付と最終受付はそれぞれ、一人あたり平均227.2秒、11.2秒である。また、佐賀県(唐津)と同様に名簿を使った長崎県(壱岐)では、スクリーニング受付と最終受付はそれぞれ、一人あたり平均497.1秒、6.9秒となった。明らかにICカード利用の効果が表れた結果となった。

糸島市役所危機管理課に設けられた本部では、これらのICカードを利用した広域避難訓練の避難状況をパソコンから監視していた。従来では、本部には一次避難所から電話にて、男女別の人数と集合完了時間の連絡が来るだけである。移動に際しては、誘導員よりバスへの乗車時間と広域避難所への到着時間の連絡が入り、その後、最終の受付である広域避難所入手の受付終了まで連絡はなく、広域避難受付の終了時に、男女別の人数と完了時間の連絡で、避難訓練が終了していた。しかし、今回は本部のパソコンにて、各避難所から刻々と集まってきた避難者の名前や時刻がリアルタイムに把握でき、逐次何名の住民がどの避難所に集合しており、あと何名待つ必要があるのかなど予測ができるようになった。さらに、バスの位置もパソコン上の地図に表示されることになり、現在避難者を乗せたバスがどの位置を走行しており、どれぐらいで広域避難所に着くのかも容易に分かるものとなった。結果を以下にまとめる。

#### ①確認所要時間(地域避難訓練)

ゲート:2.0秒、カード:8.7秒、名簿:35.1秒であり、ICカードで確認時間を大幅に短縮できた。

#### ②受付所要時間(広域避難訓練)

- ICカードを利用することで確認に要した受付時間が前回比1/2となり、54分の短縮ができた。
- スクリーニング受付の確認時間は、名簿を使ってい

る他県と比較すると、佐賀:長崎:糸島=13:29:1、ICカードの利用で大きな効果が表れている。

- 避難所入所受付の確認時間は、名簿を使っている他県と比較すると、佐賀:長崎:糸島=4:2:1、ICカードを利用した効果が表れている。

#### ③機能改善(本部でのヒアリング結果)

- 本部で避難所の状況が把握ができる。
- 避難所からの連絡を待たず、次の対策の用意ができ、連絡を受けたと同時に指示を出すことが可能。
- 住民やその家族の避難先が把握できる。

## 6. 検討

我々が当初に立てた5つの仮説に対して、以下に実証実験から得た結果を対比させ検討した。

①「確認時間の短縮により受付時間が大幅に短縮できる」という仮説に対し、広域避難訓練の結果は全体の受付時間は1/2となったが、当初は、名簿に比べ1/2は十分にクリアできる数字と予想していた。地域避難訓練一人あたりの確認時間は、名簿に比べ1/4となっているにもかかわらず、広域避難訓練の受付時間は1/2の短縮にとどまった。それぞれの受付でのICカードを読み込んだログと、住民の避難状況と照らし合わせることで以下のようなことが判明した。

一次避難の受付においては、住民を受付けた時刻がばらついている。これは、住民の避難の流れが連続しないで集まってきていることを意味している。一方、バスに乗車前の確認においては、住民を受付けた時刻は連続している。つまり32名が次々にICカードリーダーにかざした場合、2分で処理ができるということである。次に、スクリーニング検査の受付の場合、避難者の受付時間の2分が今回の避難者32名全員が連続したICカードの読み取り時間と考えると、8分から2分を引いた6分がスクリーニング検査用紙の印刷に要した時間と考えられる。広域避難所に入所の最終受付における19分は、一人ひとりのスクリーニング検査に時間を要したため、最初の人から最後の人までが拡散され再度、人の流れが不連続となったためである。

つまり、受付時間を短縮するための要因は、確認時間の短縮だけではないことが分かる。バス乗車時とスクリーニング受付においては、住民が連続して避難誘導されるため、一人あたりの確認時間を短縮することが受付時間を短縮する重要な要素となっている。しかし、一次避難の受付においては、住民の住居の条件や避難所までの

環境も要因となっている。また、広域避難所の最終受付は、その前工程であるスクリーニング検査の処理能力が、受付時間が長くなっている要因である。今後さらに時間を短縮するためには、迅速な避難を誘導するようなシステムやスクリーニング処理の効率化の検討が必要である。今回このように、システムの一部の機能をICT化し、数値化したことで、全体の避難訓練工程で隠れていたさらなる課題点を明示することができた。

②「ICカードを使用することで確認時間を大幅に短縮できる（高齢者にも対応可能）」という仮説に対して、地域避難訓練での結果（図6）では、確認時間は名簿に比べ1/4となっており、一人あたりの平均は8.7秒である。しかし、広域避難訓練のバス乗車時の確認においては、32名が2分の受付時間となっていることから、一人あたりの平均の確認時間は3.75秒以下であると推定できる。さらに、広域避難訓練の広域避難所での最終受付では、表3より、平均の確認時間が2.5秒となっている。

これは、確認時間の測定は、住民が受付の所定の受付位置に立った時から、その位置を離れる時までの時間を測定したためである。地域避難訓練においては、受付の受付位置に来た後、ポケットを探ったり、財布を取り出すなどし、ICカードを探す時間が含まれていた。さらに、住民は避難訓練でのICカードによる確認手順を事前に知らされていなかったことも1つの要因である。加えて、地域避難訓練では、ICカードを使用したことのない高齢者の参加も多かったという要因もある。一方、広域避難訓練では、住民はICカードを使う機会が4回あるため、確認手順を理解することができ、受付前にICカードを手元に出しておくことやICカードリーダーにかざすことに慣れたことなどで、徐々に確認時間が短縮されたと考えられる。さらに、広域避難訓練の32名には高齢者が含まれていなかったことも影響していると考えられる。

当初は、ICカードをかざすだけなら事前の住民への手順説明も不要と考えていたが、実際には、初めての人は戸惑うことが判明した。まだ交通系ICカードの利用頻度の少ない地域では、「ICカードをかざして利用する」ことが浸透してないことも要因であった。特にICカードに慣れていない高齢者にとってはなおさらのことであった。避難訓練などを通じ、住民に慣れてもらうことも必要ではあるが、特に非常時に利用するシステムでは、このような住民の戸惑いを少なくすることが重要と考える。ICカードをかざす位置やデザインに工夫することで、利用者が直観的に分かるシステムとすることが必要であることを再認識する結果となった。

③「本システムにより各拠点で、その時点の避難状況と避難住民が把握できる」ことや、④「動態管理により避難移動状況が確認できる」という2つの機能的な仮説に対しては、本部で避難状況、避難住民、および避難移動状況が分かるようになり、仮説どおりの成果をあげた。今回は、本部の一職員がパソコンを操作しながらこれらの情報を入手し、報告をあげていたが、今後、パソコン操作を減らすことや、表示や表現などを分かりやすくすることなども検討する余地を残す。

⑤「糸島全市民の避難支援システムとして利用できる」という仮説に対しては、今回のシステムで利用可能であるが、さらなる改修の検討も必要と考える。

今回の避難支援システムでは、区長や消防隊員等はタブレットを用いて、その地区の住民の避難状況（避難の有無、避難した時間、避難場所、家族情報など）を確認した。ここで用いた通信手段は携帯電話回線（CDMA：3G）である。今回の地域避難訓練では、一貴山校区のICカード登録者は2,075名であり、タブレットに表示される住民データも2,075名分となっている。1人あたりの情報量は、150byteの避難情報と2kbyteの詳細情報であり、最初にタブレットを使用する時に、登録者の人数分のこれらの情報をダウンロードしなければならない。今回利用した携帯電話回線を用いたモバイルルータでは、下りの通信速度は、最大3.1Mbpsであり、約35.7Mbit（2150byte×2075人×8）の住民データと集計情報10kbitのデータを受け取ることとなった。本システムでは、避難訓練中は、避難した住民の避難情報だけを更新するため、このダウンロードに要する時間は問題ではない。避難情報については、避難が集中している時には、数十人の更新が必要となり、避難確認に若干時間を要することもあったが、問題とはならない。しかし、10万人の市民を抱えた糸島市には、15校区 - 平均6,700人（最大：12,000人）があり、その下組織に162行政区 - 平均600人（最大：2,700人）が存在する。つまり、校区単位での避難確認には、避難開始時のタブレットに最大12,000人の住民データをダウンロードする必要がある。通常は、避難がなされる前や、避難確認の必要としない空いた時間に、データをダウンロードすることで問題とはならないが、災害時の通信状況が劣悪になるということを考慮すれば、避難確認前の準備時間を短縮する必要がある。我々は、今後タブレットに持たせる情報内容、現場に必要な情報だけの更新など情報量の圧縮や削減、USBなどの媒体を用いての基本情報の登録の方法、また通信方式（通信速度）による情報内容の絞り込みを検討する予定である。

## 7. 解決すべき課題

内閣官房東日本大震災対応統括室が行った「東日本大震災時の地震・津波避難に関する避難支援者へのヒアリング調査の結果（速報）」[6]によれば、東日本大震災での課題として、被災者の居場所や本人確認、迅速な行政サービス、避難者確認の手間と時間、救助や生活支援のための情報、原発事故への避難対応、災害時要援護者への情報提供の工夫、支援のための情報整理と共有の仕組み、および情報へのアクセスに対応した処理能力が挙げられている。また、糸島市からのヒアリングによると糸島市の避難訓練での課題として、避難者確認の手間と時間、情報の信頼性、本部での避難状況の把握が挙げられていた。

今回、ICカードを使うことで、「本部での避難先の状況把握（避難住民、バスの移動、避難状況）」、「リアルタイムの住民の避難確認（避難者の構成情報や個人の多様性の把握）」が可能となり、生活支援など迅速な対応が可能となった。その反面、課題として明らかになったこともあった。

システム上の課題としては、タブレットを使用する際の確認データのダウンロードの時間短縮が挙げられる。将来、通信速度も益々高速になると考えられる。しかし同時に、人々が期待する情報の量も増してくる。常に時間と情報量のバランスが問題となるが、特に災害時の情報通信に関しては、シビアな課題と考える。災害の情報には、情報内容によって重要ランクを付けるなどし、その環境において使用できる通信能力に合わせ、高い重要ランクの情報を選別して流すような工夫をしておくことが必要になってくる。対象となる住民の人数とその時に必要な情報を早く（利用者に対し遅く感じさせ、ストレスを与えないように）伝えるシステムを検討して行く予定である。

また、利用者が直感的に使用方法が分かるシステムとしておくことも今後の課題である。避難用ゲートやリーダーによる受付においては、ICカードの不携帯やICカードの破損のため機器でのICカードの読み取りができないような場合を考え、また住民が、自分のICカードが認識されたかどうか不安になることを考え、確認の表示やブザーなどの取り付けも必要である。

加えて、さらなる避難住民情報の把握や避難後の住民援助のため、非常時のICカードの多目的利用、たとえば、緊急医療情報、介護情報、トリアージ情報、臨時住居の管理、および援助金の支給等を考慮したトータル避難支

援システムとして検討していく必要がある。

糸島市は、北側と西端部は玄界灘に面し、姫島などの離島を持ち、南部は脊振山地の山岳地域となっている。このため通信インフラが十分でない地域が点在している。3回にわたる避難訓練において、公民館等ネットワークにつながらない環境が多く、安定した通信を確保することに最も手間を取った。

社会情報基盤 VRICSでは、「オフラインでの処理が可能」、「ICカードリーダーにメモリを持たせ情報の保持が可能」、および「機器はすべてバッテリー駆動」などさまざまな点で有事対応を考慮した機能に対応をしている。しかし、さらに、情報の即時性や長時間の使用などを考慮し、長時間バッテリーや非常用発電機、通信を確保するための、複数の通信方式の採用、バッチ処理、間欠通信処理、ルートを定めないような通信方式、データ量の制限、圧縮、定型メッセージ表を使った通信などの技術を検討し、災害にて失われた機能をネット上で再編しながら、シームレスにサービスを提供できる情報基盤を研究する必要がある。

また、社会実装上の課題も判明した。

1つ目は、避難訓練では、事前に住民にICカードを使うことを知らせていたことで、ICカードを配布された住民はICカードを持参した。しかし、実際の災害において、住民は日ごろからICカードを携帯しているとは限らない。交通系カード、電子マネー、店舗のポイントカード、および図書館などの公共施設利用といった日常のICカードを使ったサービスを通じて、住民が常に携帯するような仕組みが必要である。また、ICカードを持っていない住民に対する対応も考慮しておかなければならない。我々は、ここで使用したICカードを使って、糸島市のコミュニティバスの全線で料金を支払えるようにした。また、児童とその保護者を対象に小学校の登下校の見守りサービスを開始、シニアクラブの催しの出欠にも利用できるようにした。今後、商店街のポイントカードや、図書館の利用カードとして用途を拡張する計画である。さらに、カードの不携帯においてもオンラインであれば、仮想空間上に設けたカードを利用できるような新たなVRICSの研究に着手した。

2つ目の社会実装上の課題は、システムのメンテナンス問題である。避難訓練では、事前にシステムの稼働状態をチェックすることができる。しかし、実際には、何どき災害が発生しても対応しなければならず、機器が破損していたり、ソフトウェアが古かったりし、使用する時点になって動かないものであっては役に立たない。

この対応策としては、メンテナンスを欠かさず、常に稼働する状態にしておく必要がある。本実証実験では、平常時は児童の登下校の見守りとして利用して、有事においては、小学校そのものが避難所となり、小学校に設置した見守り用のゲートや登下校確認用のICカードリーダーが避難用ゲートや避難確認用のICカードリーダーとしてそのまま稼働するような仕組みを用意した。今後、糸島市の小学校以外の避難所である公民館や集会所などに常設する予定のICカードリーダーなどの機器を常に最新の状況で利用するために、平常時にどのように使うかを検討していく予定である。

3つ目の社会実装上の課題は、自治体連携や企業連携である。企業はICカードリーダーを内蔵し、通信機能や電源を備えた自販機や改札機などの資産を持っている。もし、今回の避難支援システムで、これらの機器を災害時に利用できるならば、より広範囲でキメの細かな避難支援システムが構築できると考える。

実際の災害においては、糸島市民が市内だけではなく、隣接する自治体へ避難することも考慮しなければならない。また、糸島市は福岡市に近いことから通勤通学する住民が多く、糸島市のみで稼働しているシステムでは、糸島市以外における糸島市民の安否は知ることができない。加えて、災害は行政区分とは無関係に発生し、特に広域災害においては複数の自治体にわたる災害となる。広域災害では、住民は広範囲に避難すると思えなければならない。1つの自治体での取り組みでは、災害の種類や規模に大きく依存することは明白であり、隣接した自治体などで、同じシステムを導入し、災害時に自治体が連携して稼働する仕組みが望まれる。そして、避難先や勤務地でも住民サービスがシームレスに提供できる仕組みを構築することである。我々は、糸島市とともに、本システムを近隣の自治体に紹介し、全国にあるUPZを持つ135の自治体だけではなく、今後新たに危機管理を検討する全国の自治体の先進的なモデルとして、全国に提案したい。

## 8. おわりに

2016年1月より開始するマイナンバー制度において、個人番号カードが導入されることとなっている。この

カードが、今回の糸島市で行ったような有事用住民サービス（避難支援）のシステムとして利用できるなら、全国規模で、広範囲に取り組むことも可能となり、大規模災害に備えることができると考える。

## 謝辞

本論文の執筆に際し、避難システムの開発にご協力いただいた糸島市職員の皆さま、避難訓練に参加頂いた糸島市の皆さまに深謝いたします。

## 参考文献

- 1) 原子力災害対策指針（平成25年9月5日改訂版）、原子力規制委員会（2013）。
- 2) 地域防災計画・避難計画等の充実に向けた取組状況について、原子力災害対策担当室、原子力防災会議（第3回）資料3-1（2013）。
- 3) 浜崎陽一郎、安浦寛人：PIDを用いた安全な社会システムの構想、マルチメディア、分散、協調とモバイル（DICOMO2002）シンポジウム（2002）。
- 4) 野原康伸、浜崎陽一郎、萩原大輔、井上創造、安浦寛人：PIDを用いた社会システムにおける認証プロトコルの安全性評価、マルチメディア、分散、協調とモバイル（DICOMO2003）シンポジウム、pp.753-756（2003）。
- 5) 中井俊文：「国民ID制度」および「社会保障・税の番号制度」に向けたVRICSによる自治体情報基盤の構築における一考察、九州大学SLRC Discussion Paper Series, Vol.8, No.1（2012）。
- 6) 東日本大震災時の地震・津波避難に関する避難支援者へのヒアリング調査の結果（速報）、内閣官房東日本大震災対応統括室（2012）。

**中井 俊文**（非会員）nakai@slrc.kyushu-u.ac.jp

九州大学システムLSI研究センター特任准教授。1980年福岡大学工学修士課程修了、同年シャープ（株）に入社、Sharp Electronics (Singapore) PTE.LTD. 出向などを経て、2012年より現職。有事対応型社会情報基盤の研究に従事。

**石田 浩二**（非会員）ishida@slrc.kyushu-u.ac.jp

（財）福岡県産業・科学技術振興財団社会システム実証センター副センター長。1978年武蔵大学経済学部経済学科卒業、2003年九州大学先端科学技術共同研究センター客員准教授、システムLSI研究センター准教授を経て、2010年より現職。社会情報基盤の研究開発に従事。

**安浦 寛人**（正会員）yasuura@c.sce.kyushu-u.ac.jp

九州大学理事・副学長。1983年京都大学工学博士課程修了、同大工学部助手、工学部助教授、1991年九州大学システム科学情報研究院教授を経て、2008年より現職。社会基盤のための情報技術など多方面の研究に従事。

投稿受付：2014年4月30日

採録決定：2014年12月18日

編集担当：東野輝夫（大阪大学）