

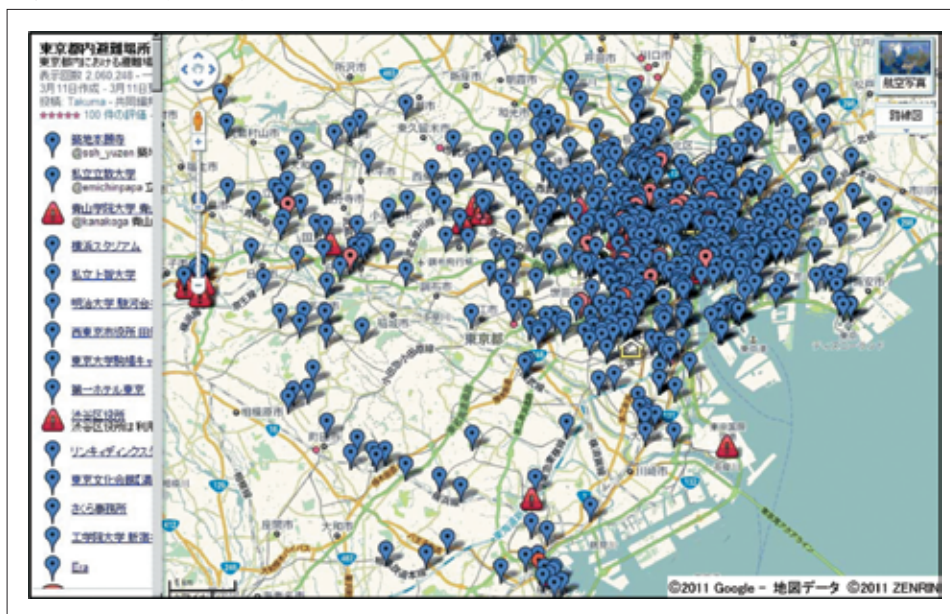
## 災害時にもロバストで有効な情報伝達手段

東日本大震災の発生直後、電話や携帯メールが使えないなかでインターネットは予想以上のロバスト性（強靱性）を発揮した。インターネット自身が、寸断されても迂回して自動的につながるといふロバスト性を有していたからである。北回りのケーブルが損傷を受けた海底光通信ケーブルは、南回りの迂回路で通常どおり世界とつながっていた。また、柔軟かつ利用者に開かれたシステムであるツイッターなどのソーシャル・ネットワークは、災害時でも有効な公共の情報伝達手段としても認識され、政府や公的機関でも利用が加速した。災害時のロバスト性には、単につながりだけでなく、情報量や情報処理量の急増に対応できるスケーラビリティの確保も重要である。ツイッターは外部のクラウドサービスによって、スカイプはスーパー・ノードによってスケーラビリティを確保し、Webサイトについてもミラーサイトというスケーラビリティを確保する手段が存在する。

テレビなどのマスメディアは、地震や津波の警報を伝えるなどの速報性に優れ、被災地からの生々しい映像を送り続けたが、被災者が広範囲にわたり膨大な数になると、被災者にとって必要な情報を十分には伝えきれなかった。この弱点を補ったのが、インターネットやソーシャル・ネットワークであった。ボランティア達によって、首都圏の帰宅困難者の受け入れ施設の位置が書き込まれてリアルタイム地図（図表）ができ、また、安否情報を検索できる「パーソン・ファインダー」が出来上がっていった。それらが情報伝達手段として使われたのは、単にロバストだったからではなく、その迅速性ととも、必要な人に必要な情報を伝えることができるように改善できるオープンな特性と普段から使っているものを利用するという日常性とを兼ね備えていたからである。

災害時には、情報を迅速に集積して、利用者にとって使いやすいように統合して発信することが極めて重要である。そのためには、全国に散らばる多くのボランティアをも呼び込むことができるオープンな情報基盤が必須である。

図表 帰宅困難者避難場所のリアルタイム地図



出典：本文文献 11 より引用

# 災害時にもロバストで 有効な情報伝達手段

市口 恒雄  
情報・通信ユニット

## 1 はじめに

大災害が起きた時、まず必要なのは正しい情報である。何が起きたのか、どういう規模で起きたのか、どういう行動を起こせばよいのか、どこに避難をすればよいのか。このような情報の発信は、瞬時になされるべきであり、一刻の猶予も許されない。また、その情報を発信した後のフォローも重要である。

時間の経過とともに、必要な情報の内容は変化していく。次に必要となる情報は、家族や知人の安否情報であろう。3月11日に起きた東日本大震災の後も、あちらこちらの避難所を訪ねて家族の行方を捜す姿がテレビで放映された。災害の被災者やその関係者にとっては、電気や水道といったインフラや食料や暖房といったも

のよりも、まずは被害状況把握や安否情報の方がはるかに重要である。もちろん、避難が長引けば、避難生活に関する情報も必要となってくる。

過去には、阪神・淡路大震災(1995年)や新潟県中越地震(2004年)の後に、災害時の情報インフラに関する詳細なレポートや提言がいくつかなされてきた。阪神・淡路大震災の後には、地元での災害情報専用ミニFM放送局の開設とその運営に関する情報ボランティア活動が新しい動きとして報じられた<sup>1)</sup>。また、新潟県中越地震の後には、山間地域での高齢化・過疎化によるデジタルデバイドが進行しているという問題点が指摘された<sup>2)</sup>。

今回の東日本大震災は過去の災

害と比べようもなく甚大かつ広範囲であり、しかも最大の被害は津波によるものであったので、過去のレポートに当てはまらないところも多い。特に、過去には見られなかったツイッターやwebなどのソーシャルメディアが活躍し、テレビ放送とインターネットの協調という、時代に即した新しい動きが見られた。今後、今回の大震災に関連した情報インフラに関する詳細なレポートは数多く出てくるであろう。したがって、本稿では東日本大震災直後に、人々はどのような手段で情報を得て、どのような新しい情報伝達手段が使われたのかを検証し、その特徴と利点を分析したい。

## 2 人々はどのような手段で情報を得たのか

### 2-1

#### 防災無線

東北地方の太平洋沿岸部では、

津波が押し寄せるなか、防災無線(正式名称は市町村同報系防災行政無線)のスピーカーが緊迫した声で避難を呼びかける姿が、テレビ等で放映された。被災地では、田畑や漁港で作業をしていて、こ

の防災無線が唯一の情報入手手段であった人も多い。緊急時には音声による単純で明快な避難指示が有効である。

1960年のチリ地震津波の教訓から、岩手県、宮城県、福島県の沿

岸部の全ての自治体は、防災無線を備えていた。津波の被害後には防災無線が壊滅状態になったとはいえ、これを使って防災担当者が避難を呼びかけ続けることで多くの人命が救われたのは間違いのない事実である。送信は役場や消防署から行われており、今回は役場自体が被災した自治体も多い。

防災無線は、現在アナログ無線からデジタル無線への移行途中である<sup>3)</sup>。しかし、防災担当者自身の安全のためには、緊急時の自動化・無人化・遠隔操作化そして近隣自治体とのネットワーク化の方がより重要である。

津波による通信ケーブルの寸断や携帯電話の基地局の倒壊、そして停電が起きたことにより、情報入手の唯一の手段がトランジスタラジオのみとなったところも多い。救助要請など重要な情報の発信は不可能となり、翌日に避難場所の地面や屋上に「SOS」の文字を書いて、上空を飛ぶヘリコプターに伝える姿も見られた。

## 2-2

### インターネット

首都圏では、停電や通信設備の損傷は無かったが、固定電話や携帯電話あるいは携帯メールはほとんど通じない状態となり、テレビやインターネットで地震や津波の情報が発信された。職場にいてテレビ報道を見ることができない環境にいた人も多く、インターネットでもテレビのニュース番組の同時放送が行われた。インターネット回線は通常どおり使用が可能であったため、ツイッターやフェイスブックやスカイプといったインターネット回線を使うソーシャル・ネットワークが通信手段として用いられ、大量に発生した帰宅困難者の混乱を防いだ。海底光通信ケーブルを使ったインターネット回線は、迂回路を使って海外とも平常どおりに通信でき、災害の情報はリアルタイムで海外にも発信された。

被災地でも3日後の3月14日には約半数の携帯電話基地局が回

復し、避難所にも臨時の移動基地局や通信衛星を用いた臨時の衛星電話が設けられた。しかし、電話や携帯メールは混み合って使えない状況が続き、やはりソーシャル・ネットワークが通信の主役を担った。この頃になると、安否情報が被災者家族や知人にとって重要な情報になる。被災者が数万人規模になると、テレビなどのマスメディアは、安否情報を収集して発信することはほとんど不可能となった。各地の避難所にばらばらに張り出された避難者名簿では、情報の探しようもなく、web上に一旦情報を集積・統合して、利用者に使いやすいように加工して発信するという、インターネットにおける新たな試みが起きてきた。この試みには多くの情報ボランティアが参加した。

このように、インターネットインフラは、災害時には最もロバスト(強靱)で、同時に有用でもあった。なぜインターネット回線を使ったソーシャル・ネットワークが災害に強かったのか、また、どのような新しい試みが行われたのかについて、以下で具体的に述べたい。

## 3 災害に強いインターネットインフラ

### 3-1

#### 電話回線とインターネット回線

首都圏では停電が無かったため、テレビやインターネットが重要な情報源となった。しかし、通信会社の交換機や携帯電話の基地局にほとんど損傷が無かったにもかかわらず、固定電話、携帯電話、携帯メールは、ほとんどつながらない状態になった。このように、電話がつかない状況、あるいは

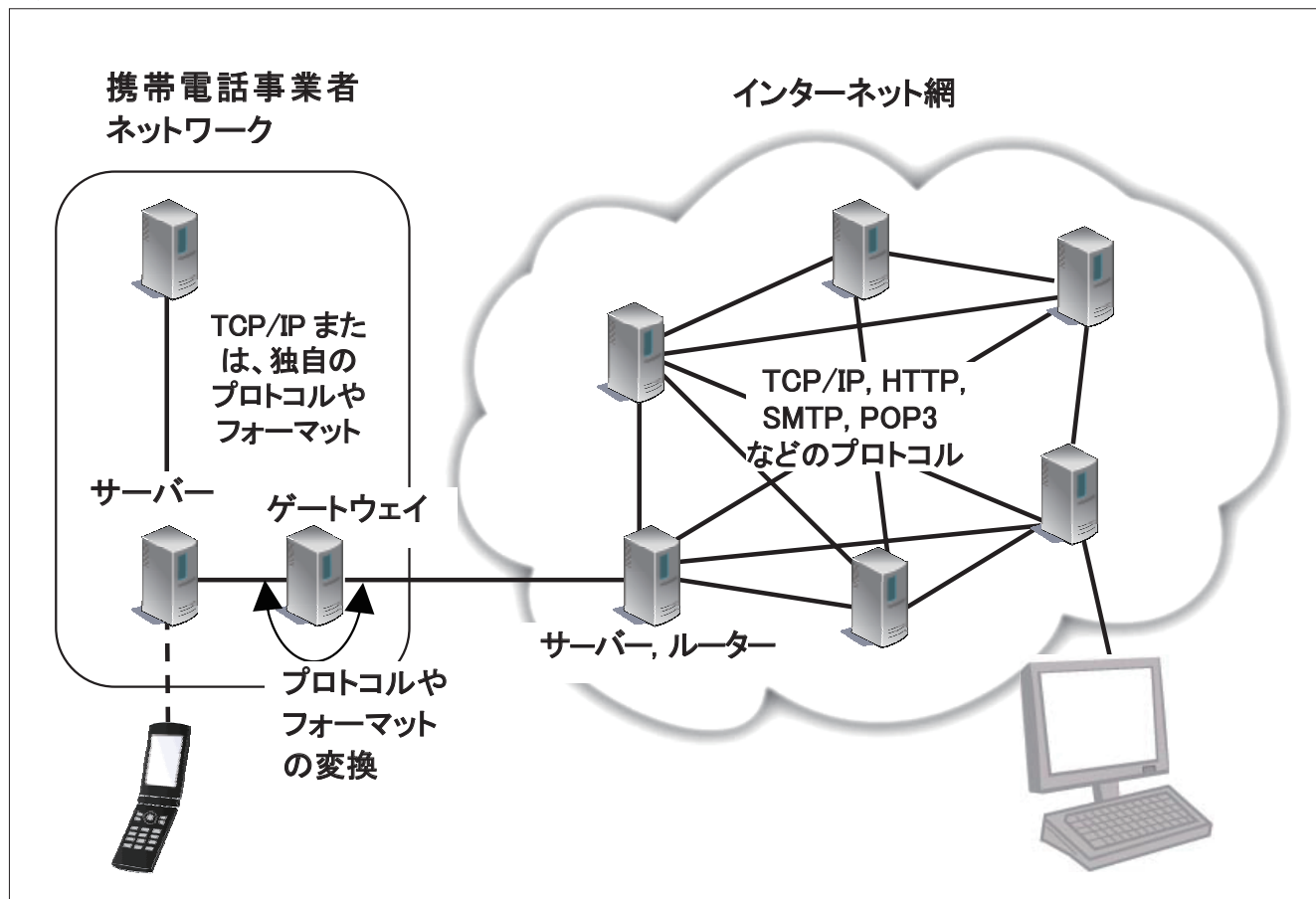
メールの発信や受信ができない状況を「輻輳(ふくそう)」と呼ぶ。輻輳が限界に達すると通信システム全体がダウンしてしまうため、通信会社は通信を制限する措置をとる。電話の場合には、「お客様のおかげになった電話は大変混み合っておりまして」というメッセージが流れて回線は接続されない。

災害時の輻輳は、安否確認の電話やメールが集中するのが原因であるが、災害時以外でも輻輳は起きる。例えば、チケット予約開始時の電話や、元旦の午前0時か

ら2時頃にかけての「おめでとうコール」である。後者の場合については、新聞広告で告知した上で、通信制限を行っている。今回の大震災では、交換機を用いる音声電話では8割から9割程度、携帯メールでは5割程度の通信制限を行ったと見られる。

電話や携帯間のメールに比べて、携帯とパソコン間のメールやツイッターなどインターネット回線を経由するものは、首都圏ではほぼ平常どおりに使用することができた。もちろん、インターネットも通常どおり使用することが可

図表1 電話網とインターネット網の違い



科学技術動向研究センターにて作成

能であった。また、インターネット回線を利用したスカイプなどの通信手段も通常どおりであった。このように、今回の災害では、インターネット回線につながるものとそうでないものとの間に大きな差が出た。

携帯メールは携帯電話事業者内の閉じたネットワークでつながるのに対して、インターネットは、開かれたいくつもの回線と中継用のルーターを経由してつながる(図表1参照)。そして、回線がどこかで切断されたりどこかのルーターが故障したりしても、自動的にそこを迂回して回線がつながり、必ずデータの送信と受信ができるようになってきている。したがって、輻輳はほとんど起きないが、逆に、制御したくても制御できない状態にあるとも言える。

インターネットの起源は、米国の軍事関連の研究機関で生まれた「ARPANET(アーパネット)」である。通信回線や中継局が攻撃されることが想定されており、攻撃されても通信が途絶えない様に工夫されている。したがって、インターネットは、その起源から災害などの非常時にも強いという特徴を持っている。国際的なネットワーク・トラフィック監視団体 Renesys は、日本国内にある約 6,000 のネットワーク・ノード<sup>注1)</sup>のうち、震災時に約 100 のノードが一時的に中断したが、数時間のうちに復旧したことを報告している<sup>4)</sup>。

インターネットは災害に強いということが証明された形だが、絶対に輻輳は起きないかという点、必ずしもそうではない。特定の

ホームページにアクセスが集中すると、そのホームページを見ることができなくなったりサーバーがダウンしたりする。災害後には、鉄道会社や東京電力のホームページにアクセスできない状況が何回か発生している。災害に対してロバストである反面、完全には制御できないという隙をついた、悪意のある攻撃にさらされることも多い。

## 3-2

### 海底光通信ケーブル

インターネットは、海底光通信ケーブルによって海外ともつながり、海外との情報交換がリアルタイムで行えることも大きな特徴である。今回被災した茨城県や千葉

注1：正確には、グローバル・ルーティングテーブルのネットワーク・プレフィックスであるが、本稿ではネットワーク・ノードまたはノードという言葉を用いた。詳細は、文献4を参照。

県には、海底ケーブルの陸揚局が多くあり、北茨城、阿字ヶ浦、千倉、丸山、和田、江見などの陸揚局が置かれている。沖合は、海底ケーブルの密集地域となっており、海底ケーブルによっては、今回の震源地の真上を通っているものもある。実際にかかなりの箇所で海底ケーブルが破損し、現在のところ、茨城沖3カ所、銚子沖6カ所、神奈川沖1カ所の障害箇所があると推定されている。

災害時でなくても、鯨の被害などで海底ケーブルの破損が起きることもあり、ロボットを用いた修復作業が日頃から行われている。このような事情から、通信インフラとしての海底ケーブルは、ポイント・トゥ・ポイントで日本と海外とを結ぶのではなく、必ずループ状に結ばれており、迂回路が確保されている。

例えば、PC-1 (Pacific Crossing-1) と呼ばれる日米間の海底ケーブルは、図表2のように阿字ヶ浦（茨城県）、Harbour Pointe（ワシントン州）、Grover Beach（カリフォルニア州）、志摩（三重県）の4カ所の陸揚地点をループ状に結ぶ<sup>5)</sup>。また、Japan-US ケーブルネットワークは、丸山（千葉県）、

北茨城（茨城県）、Manchester（カリフォルニア州）、Morro Bay（カリフォルニア州）、Makaha（ハワイ州）、南志摩（三重県）をループ状に結んでいる。APCN2（第2アジア・太平洋ケーブルネットワーク）は、北茨城（茨城県）と千倉（千葉県）を日本側の陸揚げ地点として、日本、韓国、中国、台湾、香港、フィリピン、マレーシア、シンガポールをループ状に結ぶ。この他、沿岸に沿って日本を一周する海底ケーブルもある。

それぞれのネットワークは相互につながっており、どれかのネットワークが故障しても、別のネットワークを使っての通信が可能となっている。特に、茨城県や千葉県は、アジアと米国とを結ぶネットワークの結節点になっており、日本の通信ハブ地点として機能していたと言える。

震災時及び震災後は、北回りのケーブルが損傷を受けても、日本と海外とを結ぶインターネットは、南回りの迂回路を用いて平常時とほぼ同様に使用が可能であった。インターネットが平常どおりに使えたことで、海外にも震災の情報を遅延なく伝えることができた効果は大きい。自国と米国間の

通信速度が遅くなるといった被害を受けたのは、むしろ APCN2 と日米間ケーブルを茨城県や千葉県で接続していた香港や中国を始めとするアジア諸国であったが、これも別ルートに切り替えて翌日には回復している。2006年の台湾地震では、海底ケーブルの破損が原因で、複数の通信事業者がサービス停止状態となる大きな被害を受けたが、今回は各国ともこのような事態を避けることができた。

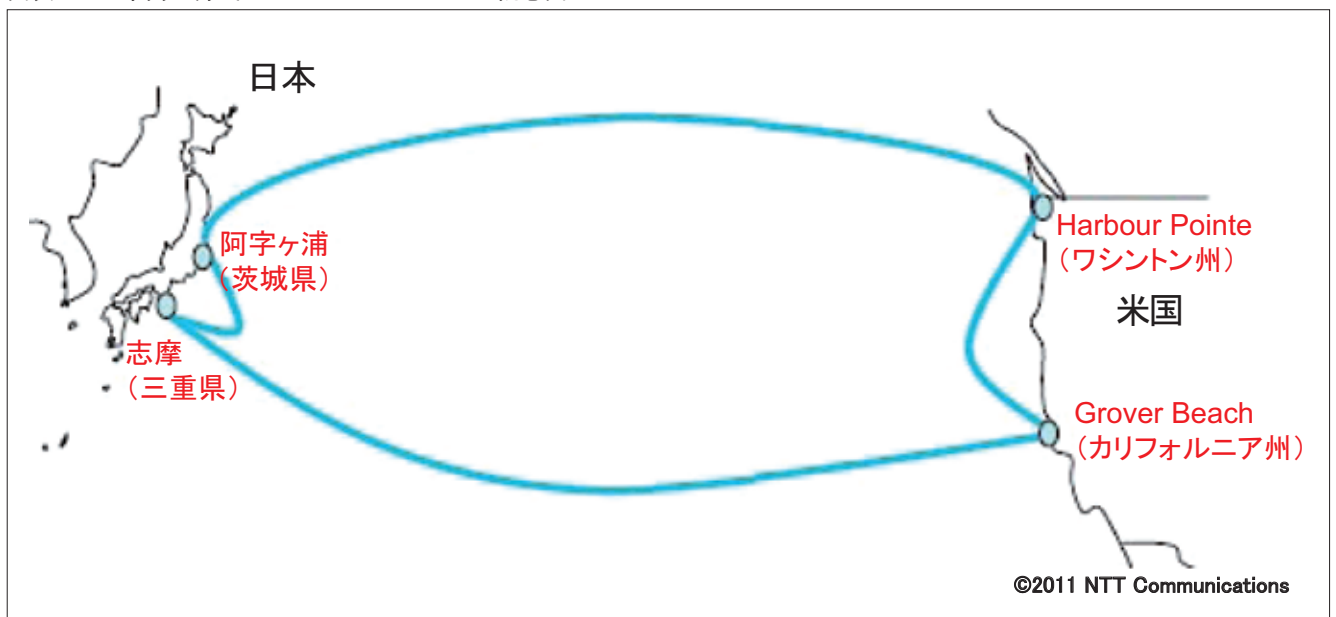
日本においては、海底ケーブルの陸揚げ地点を西日本にも設け、リスク分散を図った効果が大きい。災害の大きさにもかかわらずに稼働し続け、日本国内外のコミュニケーションを支えた日本のインターネットインフラの強さは世界からも賞賛された<sup>4)</sup>。

### 3-3

#### 携帯各社の復旧活動と衛星電話

携帯各社の基地局も多数被害を受け、多くの被災地で外部との連絡が途絶した。最大停波局数は、(株)NTTドコモが約6,720

図表2 日米間の海底ケーブル PC-1 のルート概念図



出典：文献5より引用

局、ソフトバンクモバイル(株)が3,786局、KDDI(株)が約3,680局、UQコミュニケーション(株)は約2,000局に至った。被災3日後の3月14日には、各社ともほぼ半数の基地局が復旧したが、自治体の公式webサイトの復旧は進まず、避難所情報や救援物資の配布時間を住民へ知らせる手段として、ツイッターやフェイスブックを用いた自治体も多い。

携帯各社は基地局の復旧を急ぐとともに、被災した市町村や避難所向けに移動基地局車や可搬発電機などを配置して、通信手段の確保を行った。(株)NTTドコモは約900台の衛星携帯電話を貸し出し、ソフトバンクモバイル(株)も衛星アンテナとフェムトセル局を組み合わせた臨時基地局を避難所に設置して避難所内で携帯電話が使えるようにした。

通信衛星を利用した電話は、カバーする面積が広くて地上設備が少ない分、災害に強い通信インフラと言える。国内向けに商用化

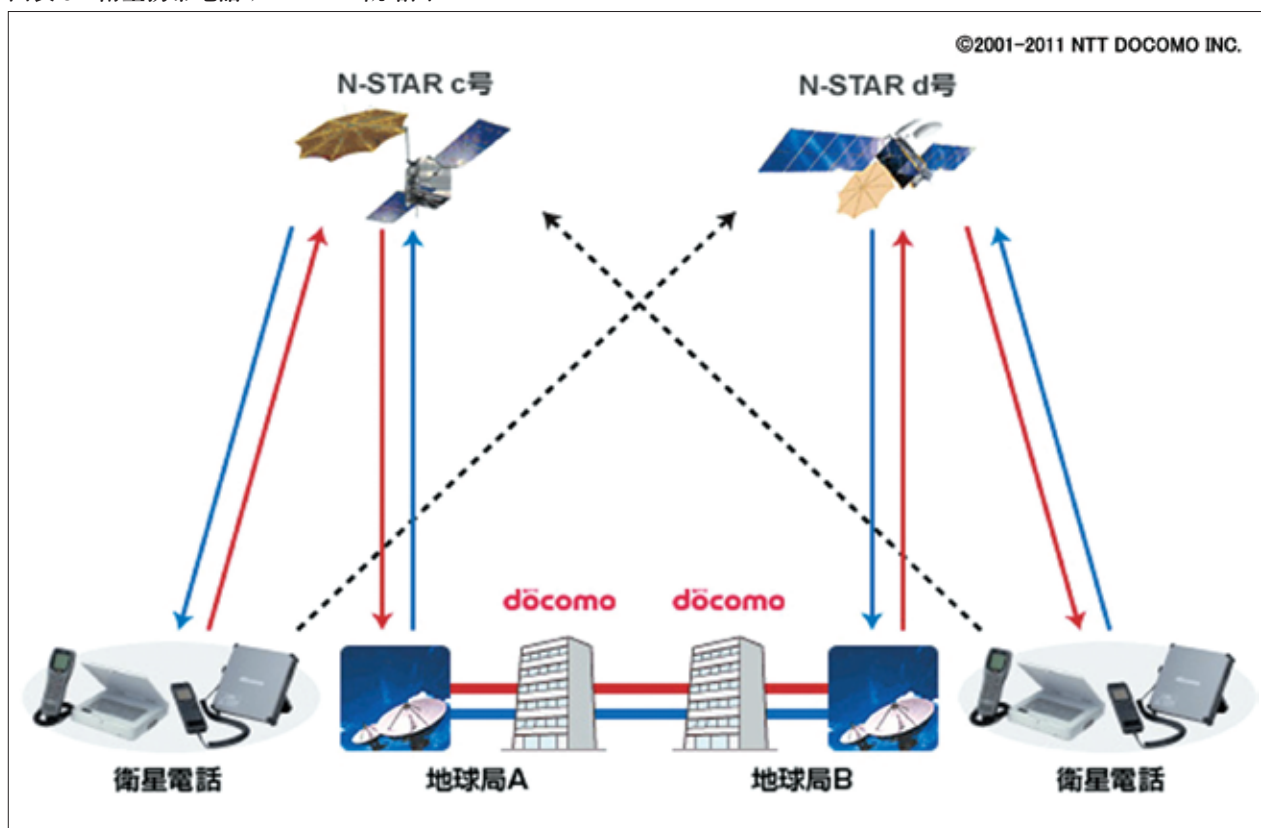
されている衛星携帯電話サービスには(株)NTTドコモによるワイドスターがあり、日本全土および日本沿岸から概ね200海里までをサービスエリアとして、音声通信とパケット通信を提供している。1996年に、海岸の基地局を利用して船舶電話を置き換える目的でサービスが開始され、携帯電話の電波の届かない山岳地帯の山小屋などでも利用されている。2010年4月よりワイドスターIIに移行し、それまで64kbpsだったパケット通信の速度は最大384kbpsまで高速化された。

このサービスは、赤道上空の静止軌道に投入されたN-STAR-c(東経136度)とJCSAT-5A(NTTドコモでの呼称はN-STAR-d;東経132度)の2つの通信衛星のうちのどちらかひとつを介して通信を行っている。衛星を見通せる地点であれば、沿岸を含めて日本全国どこからでも通信できるが、室内で使う場合には、室外アンテナが必要となる。

地球局は、小夜戸(さやど)衛星通信所(群馬県みどり市)と楊枝方(ようじがた)衛星通信所(茨城県北茨城市)にあり、そこから電話網やインターネット網につながる。衛星電話間どうしでは、衛星電話→通信衛星→地球局→通信衛星→衛星電話という経路で、地球と衛星を2往復してつながることになる。また、地球局が2カ所と通信衛星が2機あり、片方が被災してもインフラが維持できるようにリスク分散が図られている。

大規模災害に備えて病院などの公共施設に衛星電話が設置されている場合も多い。今回の被災地の病院でも、必要な医薬品の手配などに役立つ例が報告されている。一般用とは別系統の緊急電話回線を備えたワイドスター電話端末もあり、地方自治体、警察、消防署などに一部導入されている。企業でも災害対策用として導入する動きはあるが、回線数は有限であるため、普及が進めば輻輳が発生する可能性もある。

図表3 衛星携帯電話サービスの概略図



出典：文献6より引用

## 4 ソーシャル・ネットワークの有効性

### 4-1

#### 連絡手段としての ツイッター

ツイッターやスカイプは、携帯電話事業者の送受信機を使っていたとしても、ゲートウェイを通じてインターネットにつながるため、災害時でもそのロバスト性は失われない。ファーストフード店、ホテル、駅などに設置された公衆無線LANサービスから直接にインターネットにつながるスマートフォンでの利用も可能である。

今回の震災で、インターネットにつながるツイッターの公共的な有用性が認識され、政府や公的機関での利用も加速した。例えば、首相官邸では3月12日に災害情報の公式アカウント「@Kantei\_Saigai」を開設して情報発信を始めた。1ヶ月後の4月11日には、

ツイート数が587、フォロワー数が321,557となっている。3月16日からは英文ツイート「@JPN\_PMO」も開始し、海外向けには、フェイスブック (<http://facebook.com/Japan.PMO>) でも情報発信を開始した。また、2010年5月より開設していた総務省消防庁のツイッター (@FDMA\_JAPAN) も震災後のフォロワーは急増し、陸上自衛隊も救援活動の様子をツイート (@JGSDF\_pr) している。

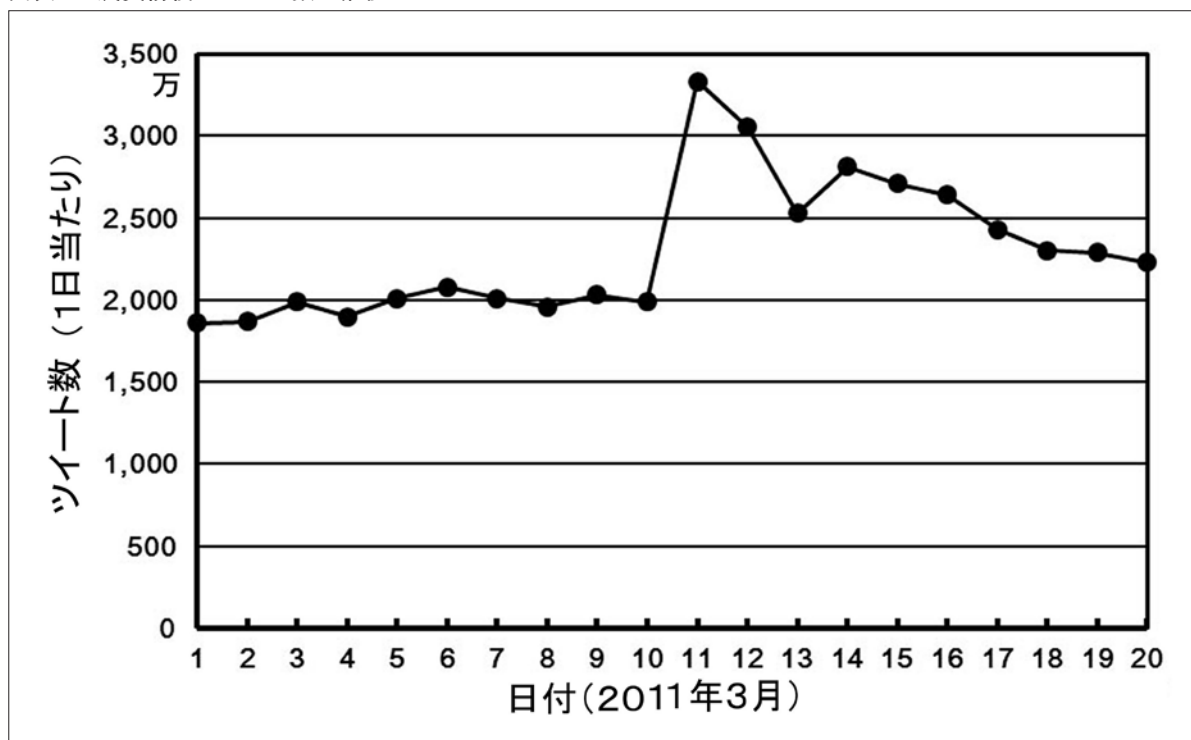
ツイッターは、従来のメールやブログとは異なり、公式もしくは非公式のリツイートという手段によって、ねずみ算的に情報が伝わる。震災関連だけでも膨大な数の情報が飛び交い、3月11日には、通常の1.8倍の3,300万件のツイート総数になったことが報告されている<sup>7)</sup> (図表4参照)。

このような情報量に達すると、情報の整理や検索が重要な課題となる。Twitter社は、3月12日の日

本語版公式ブログで、テーマ別の統一ハッシュタグの使用と、非公式ではなく公式リツイートを使用することを呼びかけた<sup>8)</sup>。ハッシュタグとは、分類や検索を容易にするために、文頭または文末に付ける記号のことである。#jishin (地震一般)、#j\_j\_helpme (救助要請)、#anpi (安否確認)、#311care (医療系支援)、#311spt (支援が必要な現地被災者からの発信)、#save\_miyagi (宮城県の情報) など県別情報、#takidasi (炊き出し情報) など生活情報、#318teidenn (日付と停電情報) や #318train (日付と電車の運行状況) といった首都圏でも必要な情報など、様々な種類のハッシュタグが用意され、単独または複数を組み合わせて用いることができる。

こういう状況の中で、200人以上のボランティアによって、4日間で4,700件以上の「#anpi」の付いた「つぶやき」を抽出して、

図表4 震災前後のツイート数の推移



出典：文献7を基に科学技術動向研究センターにて作成

リスト化が行われた。ツイッターは柔軟かつ利用者に開かれた無料のシステムであるため、迅速な対応が可能でかつ情報ボランティアを呼び込みやすいという利点が、災害発生後に十分に発揮された。

ただし、利用者に開かれたシステムであるがゆえの弱点も存在する。それは、不正確な噂やデマが流れやすいということである。今回も、千葉県精油所の爆発炎上で毒ガスが漏れたというデマや、放射能の被害予防にはうがい薬を飲めばよいというデマが流れた。しかし、情報の伝達が速いことと集合知が望めることにより、これらのデマは直ちに打ち消される結果となった。また、ツイート内に含まれるURLのリンク先には、NHKのサイト、(株)朝日新聞社のサイト、東京電力(株)のサイトが多く見られ、様々な情報収集をしながら報道と組み合わせる有用な情報を伝搬するという傾向が見られた<sup>7)</sup>。

首都圏では、地震後にビルや建物の崩壊はほとんどなく、停電や断水も起きなかった。しかし、鉄道網はストップし、余震が続いたこともあって、ほとんどの路線で終日復旧せず、大量の帰宅困難者が発生した。3月11日の午後7時には、新宿、渋谷、池袋、赤羽などのターミナル駅にそれぞれ3,000人ないし4,000人が滞留し、タクシーやバスを待つ長蛇の列ができた。警視庁の集計によれば、主要駅周辺及び羽田空港周辺の帰宅困難者は、約2万7千人に達した。

午後8時には、政府は公共施設の最大限の活用を全省庁に指示し、東京都も公民館や都立高校を帰宅困難者に開放した。東京都は、猪瀬副知事によるツイッターにより、路上の帰宅困難者宛に利用できる施設の情報を送った。翌日の午前9時には、東京都の1,023施設で約9万9千人を受け入れたことを公表している。いくつかの大

学や民間施設でも帰宅困難者を受け入れており、実際の帰宅困難者数は公表の数字よりかなり多かったと思われる。更に、徒歩で自宅を目指した人が数万人に上ったとも言われている。

今回の地震では、首都圏の被害が少なかったため大きな混乱には至らなかったが、首都直下型地震が起きた場合の帰宅困難者数は、東京都で390万人、1都3県で650万人と予想されている<sup>9)</sup>。収容施設数の確保だけでなく、さらなる情報伝達手段の確保が重要な課題となる。

## 4-2

### 首都圏避難所のリアルタイム地図

首都圏では、帰宅困難者の受け入れ施設が発表されるにつれて、

ボランティア達によってその位置がGoogleマップに書き込み始められ、受け入れ施設のリアルタイム地図が出来上がっていった。図表5は3月11日の午後10時半時点のリアルタイム地図である<sup>10)</sup>。単なる地図情報だけでなく、受け入れ施設の目印をクリックすれば、収容可能人数、毛布の有無、飲料水や非常食の有無などの細かい情報を見ることができる。この後、時刻とともに地図への書き込みは急激に増えていった<sup>11)</sup>(概要頁P.2の図参照)。

また、ツイッターを使える人には、この情報をツイートして、受け入れ施設とその場所の情報をより多くの人に伝える様に要請した。この様に、東京都や国あるいはそれぞれの受け入れ施設からばらばらに発信された情報は、一旦Googleマップの上にまとめられ、そこを起点として、日常使われている手段で情報が広がった。そし

図表5 受け入れ施設のリアルタイム地図 (3月11日午後10時半時点)



出典：文献10より引用



てまた、インターネットとツイッターは自然な形で結びつき、ボランティア達の輪を拡げていった。

情報の利用者にとっては、あちこちからばらばらに発信された情報では利用し難い。また、受け入れ施設が発表されても、その土地に不慣れな人にとっては、それがどこにあるのか分からない。これらの情報が Google マップというオープンな情報基盤の上に一旦整理統合され、利用者に利用しやすい形で再発信されたことは注目に値する。

## 4-3

### ツイッターとスカイプのロバスト性

ソーシャル・ネットワークであるツイッターやスカイプは、インターネット網を使うことにより、災害時でもロバストであった。しかし、災害時におけるロバスト性は、それだけでは保証されない。仮にインターネットが繋がっても、情報量や情報処理量が急激に増加すれば、サーバーやルーターがダウンして機能しなくなる。言

わば、電話における輻輳と同じ現象が発生してしまう。

災害時のロバスト性には、情報量や情報処理量の急激な増減に迅速に対応できる可変性、即ち、スケーラビリティが必要となる。固定電話や携帯電話は、スケーラビリティが不足していたから、通信規制をせざるを得なかったのである。ツイッターでは外部のクラウドサービスを利用することによって、スカイプではスーパー・ノードという手法を用いることによって、このスケーラビリティを確保している。

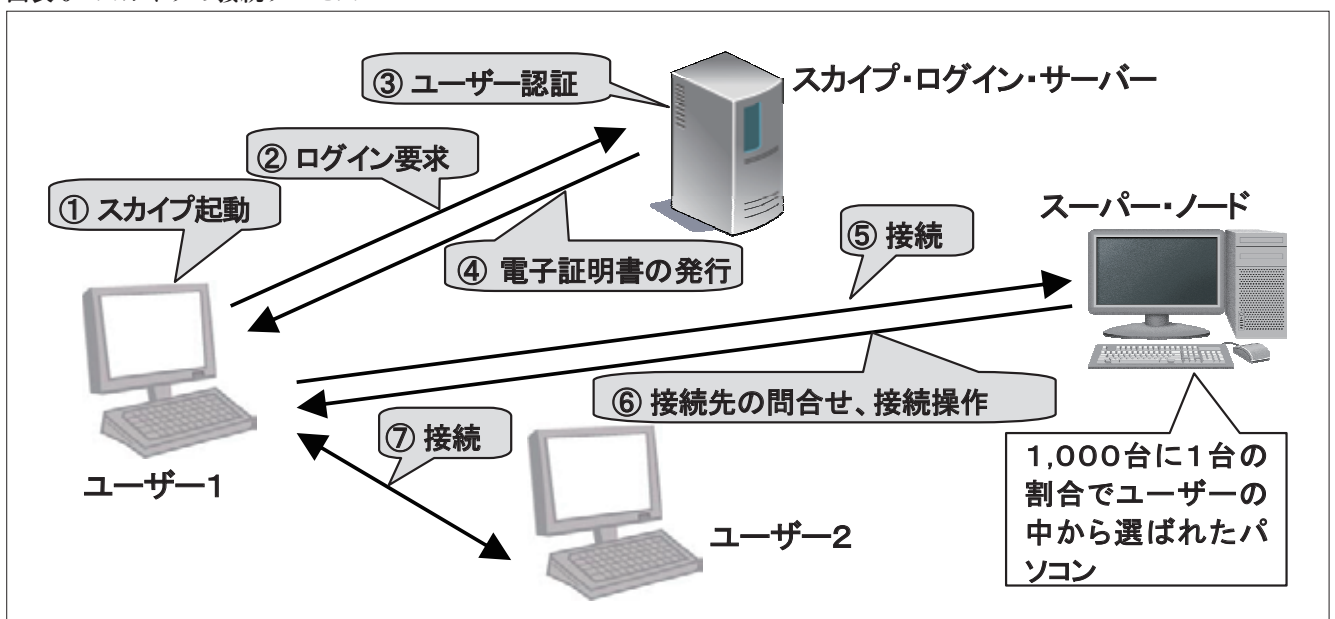
ツイッターは、自社開発のソフトウェアも使っているが、多くの機能は外部のクラウドサービスの利用によって成立している。例えば、オンライン・ストレージ・サービスとして Amazon S3 を利用し、コンテンツ配信サービスには Amazon CloudFront を用いている。Amazon CloudFront は、米国内の 8 地域、欧州 4 地域、アジア 2 地域(東京と香港)に配信サーバーを設置し、Amazon S3 内のファイルにアクセスすると、ユーザーは最寄りの配信サーバーに案内される<sup>12)</sup>。つまり、日本国内からつぶやかれるツイッターは、原則

として日本国内で処理が行われる。

しかし、災害時などで情報量が急激に増えた場合には、自動的にストレージ容量や処理能力の増強、あるいは海外の配信サーバーでの処理への切り替えが行われる。このようにして、ツイッターは災害時であっても輻輳を起こさずに、必ずつながる仕組みを持っている。クラウドサービスの最大の特徴は、必要な時にいつでも迅速に能力の増減を行えるスケーラビリティであり<sup>13,14)</sup>、それを利用しているツイッターも当然スケーラビリティを持つ。

一方、スカイプはスーパー・ノードという方法でスケーラビリティを確保している。スカイプにログインしているパソコンから、回線速度が速くて処理能力の高いパソコンを約 1,000 台に 1 台の割合で選び出して、そのパソコンにスカイプの全体処理の一部を代行させる(図表 6 参照)。つまり、選ばれたパソコンの CPU や揮発性メモリは、自分の無料ビデオ通話に必要な処理以外に、リスト管理、ログインしていない他のユーザーの呼び出しや接続などスカイプ全体として必要な機能をも担っている。このようにして、利用者

図表 6 スカイプの接続プロセス



出典：文献 15 を参考に科学技術動向研究センターにて作成

のパソコンによるグリッドを随時構成し、情報の分散処理を図っている。こうしておけば、ログインする人が10倍になった時にも、分散処理するパソコンの台数も10倍あるいはそれ以上となり、スケーラビリティが確保できる。

震災時にもスカイプが通常どおりに使用できたのは、このようにしてスケーラビリティが確保されていたからである。有料だが固定電話や携帯電話に掛けることのできるサービスがあり、インターネット網を使用しているために、電話網の輻輳時にもつながる可能性は大きい。なお、本稿執筆中の2011年5月10日に、Skype Global社(ルクセンブルグ)は(米)Microsoft社に買収されることが決まった。今後は、ゲーム機のXboxを用いたテレビ会議システムにもスカイプが利用される可能性があり、災害対応の緊急テレビ会議にも利用可能かもしれない。

## 4-4

### ミラーサイトとクラウド

首都圏では、計画停電や電車運行の情報を得るためにアクセスが集中して、東京電力(株)や鉄道各社のwebサイトが見られなくなる現象が頻発した。また、被災地でも、自治体のwebサイトにつ

ながらない状態が続いた。

webサイトに関しても、スケーラビリティを確保する手段は存在する。そのひとつは、ミラーサイトを用いることである。ミラーサイトは、元のwebサイトと全く同じ体裁で同じ情報を見ることができ、元のwebサイトが更新されれば自動的に更新される。アクセスの集中を避けるために、海外の論文レポジトリ(arXiv.orgなど)、ソフトウェア開発配布サイト(CTAN-Comprehensive TeX Archive Networkなど)、あるいは各種ダウンロードサイトでは、世界各国に複数のミラーサイトを持っていることが多い。ミラーサイトを各自が選んで接続するものや、自動的にミラーサイトに誘導してアクセスの分散を図るものがある。

サーバーが被災してオリジナルのwebサイトが使えなくなった場合でも、ミラーのwebサイトが機能することにより災害時にも強い構造となる。サーバーが故障して代替機が必要な場合も多く、そのような場合には、ミラーサイトがなければ、物流が復旧するまでwebサイトも復旧しないということになりかねない。

自治体や公共団体のwebサイトは、大量のトラフィックをさばくようには作られていない場合が多い。事実、被災各県や市町村のいくつかのwebサイトは、サー

バーが無事であっても、アクセス集中によって機能不全に陥った。今回は、クラウド事業者が、自主的に被災自治体や公的機関のミラーサイトを構築することで支援を行った。例えば、(株)インターネット・イニシアティブは、被災した全市町村のwebサイトを中心に約180のミラーサイトを立ち上げ<sup>16)</sup>、さくらインターネット(株)は、防災関連の公共団体を中心に31のミラーサイトを立ち上げた<sup>17)</sup>。しかし、より被害が深刻であった、大船渡市、大槌町、大熊町などのいくつかの市町村では、元のサーバーの故障などが原因で、4月13日時点ではまだミラーサイトが立ち上がっていない。ただし、大槌町、大熊町については、仮サイトで情報発信されている<sup>16)</sup>。クラウド事業者は、ミラーサイトの立ち上げ以外にも、クラウドの迅速性を活かして、様々なIT支援を行っている。

ミラーサイトは、リスク分散という意味で、極めて有効な手段である。国や地方自治体のwebサイトやライフラインに関連するwebサイトでは、ミラーサイトの常設は必須で不可欠な手段と言える。クラウドサービスには、ミラーサイトの概念や実際の機能も内包されるので、外部のクラウドサービスを利用してもよい。

## 5 情報メディアの新たな協力関係

### 5-1

#### テレビ放送のネット配信

ラジオやテレビは速報性に優れており、地震警報や津波警報を伝えることができる。地震直後には、

各地の震度もいち早く伝えた。特に、テレビ放送は被災地からの生々しい映像を送り続け、マスメディアとしての大きな役割を果たした。しかし、全ての人が必ずしもその時にテレビを見ることができるとは限らない。一部の人は携帯電話に組み込まれたワ

ンセグ放送でテレビを見ることができたかもしれないが、オフィスでコンピュータに向かって仕事をしている人は、通常はテレビ放送を見ることができない環境にはない。

今回の災害時にその期待に応えたのが、一般ユーザーの動画投稿によるミラー放送(<http://>

ustream.tv/channel/jishinsokuhou など)であった。ただし、通常時ならば、日本では著作権法上の問題となる行為である。しかし、今回の非常事態に対応して、その禁が破られた。3月11日の午後5時40分にNHKの公式ツイッター@NHK\_PRは、独断と断りながらも、「停電のため、テレビがご覧になれない地域があります。人命にかかわることですから、少しでも情報が届く手段があるのでしたら、活用して頂きたいと存じます」とつぶやいている<sup>18)</sup>。

この様に各テレビ局も直ちにインターネットの重要性に気付き、ユーストリームやニコニコ生放送などに、複数の公式チャンネルを開設し、ニュース番組のストリーム配信やミラー放送を行った。例えば、NHKではhttp://www.ustream.tv/channel/nhk-gtvとhttp://live.nicovideo.jp/watch/lv43018790で、TBSではhttp://www.ustream.tv/channel/tbstvで、フジテレビではhttp://live.nicovideo.jp/watch/lv43019860でニュースを伝えた。これらの

ニュースは、国内はもちろん海外からもアクセスすることができた。

## 5-2

### インターネットの新しい試み

テレビを始めとするマスメディアは、被災地に入って生々しい映像を発信するなど、報道として大きな役割を果たした。しかし、マスメディアであるがゆえの弱点も露呈した。安否情報など、被災者にとって重要でかつ必要な情報を十分には伝えきれなかった。被災者が50人や100人の規模であれば、これは可能であったろう。しかし、多くの避難所が広範囲に散らばり、被災者が数万人の規模に達するとマスメディアは為す術を失い、いくつかの避難所から、状況の中継するということが精一杯であった。テレビ中継では、あちこちの避難所を巡って、張り出された名簿から家族の名前を探し出そうとしている人々も映し出さ

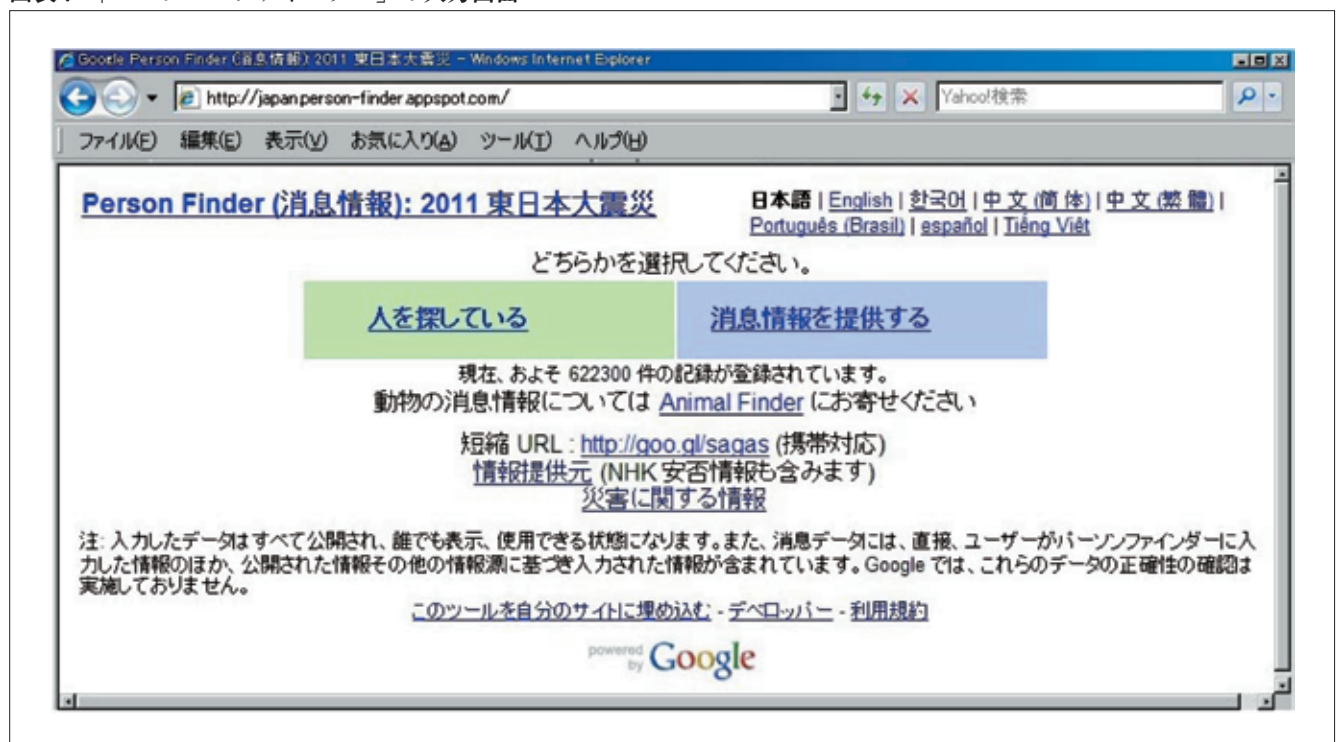
れていた。

この弱点を補ったのは、インターネットと全国のボランティアであった。まず、被災地のボランティアや避難者自身が、避難所に張り出された名簿を写真に撮り、webサイトに投稿し始めた。Google社は、同社の写真共有サービスPicasaを使って避難所名簿の画像共有サービスを立ち上げた。3月14日にはボランティアや避難者に、より多くの写真を投稿するように呼びかけた。特に、GPS機能の付いた携帯電話で送る場合には、位置情報をも付加するように求めた。そうすれば、地図情報との連携も可能だからである。ボランティアは4,600名以上、アップロードされた写真は9,000枚以上にも達した<sup>19)</sup>。

このようにして、現地の避難所に行かなくても全国各地から避難所の名簿や伝言を見ることができるようになった。その結果、遠隔地に住む親戚や知人によって、被災地に住む関係者に情報が伝えられた例も多い。

しかし、写真情報ではまだ使い

図表7 「パーソン・ファインダー」の入力画面



出典：文献 20 より引用

勝手が悪い。画像を文字情報にしなければ、特定の個人を探そうとしても検索できない。そこで、Google社は、アップロードされた名簿の写真を目視で読み取って文字起こしをするボランティアを求めた<sup>19)</sup>。全国から3,300名以上のボランティアが参加して、短い時間の間で、9割近い写真の文字情報化が行われ、リストにまとめられた。こうして、個人名を検索して安否情報を確認する「パーソン・ファインダー」が出来上がっていった。

「パーソン・ファインダー」は、図表7の入力画面を持ち、新たに消息情報を入力することもできる。更に、NHKなどの報道機関が持つ避難者名簿のデジタル情報

との共有も行われ、検索できる情報は622,300件と大きく増加した。また、不要となった情報は削除され、2011年6月10日時点での登録件数は、約14,000件と減少している。

Google社のパーソン・ファインダーのシステムが使われたのは、今回が初めてではない。2005年に米国を襲ったハリケーン「カトリーナ」の後に立ち上がった複数のmissing person registriesのwebサイトのフォーマットを共通化する「Katrina people Finder Project」に始まった。そして、2010年のハイチ地震の時にもこのシステムが使われた。この様な状況があったからこそ、今回のパーソン・ファインダーが素早く

立ち上がったと言える。

情報がばらばらに発信されて散逸している状態では、受け取る側の使い勝手は決して良いとはいえない。パーソン・ファインダーや帰宅困難者のためのリアルタイム地図のように、情報を集積して、利用者にとって使いやすいように統合して発信することが極めて重要である。そしてまた、その場には居ない多くのボランティアを呼び込むことができる開かれたシステムであることも重要な点である。更には、特定の機器を使ったり特定の場所に行ったりすることなく、ボランティアのそれぞれが日常使い慣れているシステム環境で作業できることも重要である。

## 6 まとめ

東日本大震災において、電話や携帯メールが使えないなか、インターネットは予想以上のロバスト性を発揮した。それは、もし寸断されても迂回して自動的につながるというロバスト性をインターネット自身が有していたからである。海底光通信ケーブルもあちらこちらで寸断されながらも、南回りの迂回路を用いて、ほぼ通常どおり世界とつながっていた。これらの事実は、絶対に壊れないものや絶対に安全なものをつくらうとするよりは、一部が損なわれたり壊れた場合のことも想定して、それを補う方法を事前に構築しておくことが、災害時のロバスト性を増すという意味でははるかに重要であることを示している。

また、情報伝達手段として、ツイッターなどのソーシャル・ネットワークが使われたことも、新たな動きとして注目される。単につながるといっただけでは、災害時のロバスト性は保証されない。情報

量や情報処理量の急激な増減に対応できるスケラビリティも重要な要素である。電話回線はこのスケラビリティを持たないために輻輳が起き、災害時には使えなくなった。しかし、ツイッターは外部のクラウドサービスを利用することによって、スカイプではスーパー・ノードという手法を用いることによって、このスケラビリティを確保していた。そのおかげで情報量の急激な増加にもシステムがダウンすることなく通常通りに使えた。また、Webサイトについてもミラーサイトというスケラビリティを確保する手段が存在する。

テレビなどのマスメディアは、地震や津波の警報を伝えるなどの速報性に優れ、また、被災地からの生々しい映像を送り続けて、マスメディアとしての大きな役割を果たした。しかし、被災地が広範囲に及び被災者も膨大な数になると、被災者にとって必要な情報を

十分に伝えきれないというマスメディアであるがゆえの弱点も明らかになった。

この弱点を補ったのが、インターネットやソーシャル・ネットワークである。それらが情報伝達手段として使われたのは、ロバストでスケラビリティがあったという理由だけではない。その迅速性ととともに、伝えたい人に伝えたい内容を自由に伝えることができる日常的かつオープンな特性を持っていたからである。その典型例は、「帰宅困難者の受入れ施設のリアルタイム地図」や「パーソン・ファインダー」である。これらは、オープンな情報基盤が提供されていたからこそ、多くの情報ボランティアを呼び込むことができ、情報を迅速に集積して、利用者にとって使いやすいように整理統合して発信することができた。

これらは、極めて短時間のうちに自発的に起きたオープンイノベーションと言って良い。しか

し、避難生活をされている高齢者の方には情報が充分伝わらず、必要な救援物資が届かないケースも見られた。このような点に関して、末端の情報弱者にまで双方向で細かな情報を伝える情報ボラン

ティアの役割は、今後ますます増大するものと思われる。

今後の科学技術政策では、「政府や地方自治体は、…（途中省略）…災害情報や避難情報を住民に適切に提供していく必要があ

り、これに資する取組を進める」<sup>21)</sup>ことが重要視されていくはずであり、本稿がひとつの参考となれば幸いである。

## 参考文献

- 1) 災害時における情報通信のあり方に関する研究（兵庫ニューメディア推進評議会、1995年5月）：  
[http://www.hnmpc.gr.jp/books/h7\\_pdflist/](http://www.hnmpc.gr.jp/books/h7_pdflist/)
- 2) 新潟県の情報インフラと災害への課題（近藤進、若月宣行著、2005年）（新潟国際情報大学 情報文化部紀要）：  
<http://www.nuis.ac.jp/ic/library/kiyou/>
- 3) 市町村防災無線等整備状況（総務省電波利用ホームページ）：  
<http://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/system/trunk/disaster/change/index.htm>
- 4) Renesys 公式ブログ：<http://www.renesys.com/blog/2011/03/japan-quake.shtml>
- 5) NTT コミュニケーションズ(株)ニュース・リリース（2009年5月）：  
[http://www.ntt.com/release/monthNEWS/detail/20090525\\_2.html](http://www.ntt.com/release/monthNEWS/detail/20090525_2.html)
- 6) ワイドスターシステムについて（(株)NTT ドコモ ドコモビジネスオンライン）：  
<http://www.docomo.biz/html/service/widestar/mechanism.html>
- 7) 東日本大震災におけるツイッターの利用状況について（NEC ビッグロブプレスリリース）：  
<http://www.biglobe.co.jp/press/2011/0427-1.html>
- 8) Twitter 公式ブログ：[http://blog.twitter.jp/2011/03/blog-post\\_12.html](http://blog.twitter.jp/2011/03/blog-post_12.html)
- 9) 中央防災会議資料：[http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/shutohinan/1/shiryuu\\_2.pdf](http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/shutohinan/1/shiryuu_2.pdf)
- 10) ガジェット通信：<http://getnews.jp/archives/103465>
- 11) 東京都内避難場所（Google マップ）：<http://maps.google.co.jp/maps/ms?ie=UTF8&hl=ja&brcurrent=3,0x605d1b87f02e57e7:0x2e01618b22571b89,0&msa=0&msid=215507572864740295322.00049e31ae027259c4dda&z=12>
- 12) Amazon 社ホームページ：<http://aws.amazon.com/jp/cloudfront/>
- 13) 所有から利用への世界を支えるクラウド・コンピューティングの可能性（黒川利明、日高一義）；科学技術動向 No.111（2010年6月号）
- 14) クラウド・コンピューティング（岩野和生氏講演）；科学技術政策研究所 講演録-233
- 15) Skype（スカイプ）、(ITpro, Network キーワード)：<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20051114/224523/>
- 16) 公共自治体サイトの情報ミラーサイト（(株)インターネット・イニシアティブ提供）：  
[http://cache.iiigio.com/index.php?IIJGIO\\_Cache](http://cache.iiigio.com/index.php?IIJGIO_Cache)
- 17) ミラーサイト一覧（提供：さくらインターネット(株)田中邦裕氏）：  
<http://tanaka.sakura.ad.jp/mirror/>
- 18) NHK の公式ツイッターアカウント 3月11日のログ：[http://twilog.org/NHK\\_PR/date-110311](http://twilog.org/NHK_PR/date-110311)
- 19) 共有された被災者名簿のパーソンファインダー登録についてご協力をお願い（Google 社日本語ブログ）：  
[http://googlejapan.blogspot.com/2011/03/blog-post\\_17.html](http://googlejapan.blogspot.com/2011/03/blog-post_17.html)
- 20) パーソンファインダー（Google.org）：<http://japan.person-finder.appspot.com/>
- 21) 「当面の科学技術政策の運営について」（科学技術政策担当大臣・総合科学技術会議有識者議員取りまとめ）：  
<http://www8.cao.go.jp/cstp/output/20110502release.pdf>

---

執筆者プロフィール

---



**市口 恒雄**

情報・通信ユニット

科学技術動向研究センター 客員研究官

<http://www.nistep.go.jp/index-j.html>

理学博士。専門は半導体、超伝導、磁性体の物理。サブミリ波やマイクロ波を用いた物性測定を中心に、米国の大学や日本の電機メーカーで研究に従事。現在は、科学技術動向研究センターで、科学技術予測や科学技術動向研究に従事。