

東日本大震災における情報通信技術の利用と課題

樋地 正浩^{†,††a)}

Values and Challenges of Information Communication Technology Recognized under the Earthquake Disaster in Japan

Masahiro HIJI^{†,††a)}

あらまし 情報通信技術は、社会や企業の活動を支援する通信ネットワークや業務システムなどの構築、運用に幅広く利用されている。最近では、情報セキュリティ対策の浸透、ソーシャルネットワークシステムや携帯機器の普及、クラウドコンピューティングの利用拡大など、新しい技術が開発、利用され、社会生活の様々な活動を支える情報通信システムを実現する技術として重要性を増している。東日本大震災は、東北地方の太平洋沿岸部を中心とした広い範囲の人や社会基盤に甚大な被害をもたらした。情報通信システムも例外ではなく、様々な影響を受けた。急速に変化している情報通信技術や情報通信システムが今回の震災の中でどのような役割を果たし、どのような課題が明らかになったかを振り返ることは、災害に強く、使いやすい社会基盤を実現するために必要な情報通信技術は何かを考える上で重要である。

キーワード 震災、インターネット、ソーシャルネットワークシステム、セキュリティ、クラウドコンピューティング

1. ま え が き

2011年3月11日14時46分に発生した東日本大震災は、東北地方の太平洋沿岸部を中心とした広い範囲に甚大な被害をもたらした。その被害は、2011年7月18日時点の集計で、死者15,585人、行方不明者5,070人、建物の全壊109,680戸、半壊124,777戸、道路の損壊3,559箇所に及んでいる[1]。沿岸部は、地震により発生した津波による被害が大きく、443平方キロメートルが浸水し[2]、住宅、工場、事務所から社会基盤である電力、ガス、水道、道路、鉄道、通信網が大きな被害をうけた。通信網は、通信ビルや中継基地局の損壊、伝送ケーブルの破断といった物理的被害が大きく、移動基地局の設置や伝送路の迂回ルートの構築、衛星通信の導入により復旧が進められたが、復

旧には1か月以上の時間を要した。津波が及ばなかった内陸部は、物流の停滞や工場の被災によるガソリンや食料品、生活用品の不足が大きな問題であったが、社会基盤やオフィスビル、工場の被害は比較的小さく、早い時期から復旧に向けた作業が進められた。被害が大きかった一部地域を除き、仙台市中心部は翌日に停電が解消し、停電の解消範囲は順次、郊外に広がり、1週間程度で周辺の住宅地までほぼ電力が回復した。通信網は、震災直後は非常用電源により稼動していたが、バッテリー切れや燃料切れによる非常用電源の停止とともに稼動停止する通信設備が拡大し、3月13日の夕方に最も稼動停止が多くなった。この通信網の稼動停止は、電力の回復とともに順次、解消したが、通信規制の影響もあり、本格的な回復には、四、五日を要した。

電力や通信網の復旧に合わせ、各組織は、震災の翌日から安否確認や被災状況の把握、業務の復旧に向けて本格的に活動を開始した。過去の震災の経験や宮城県沖地震の発生確率が高いことから、安否確認システムの構築や事業継続計画の策定といった震災対応を進めていた組織は、それらを活用しながら業務の復旧を進めた。インターネットやソーシャルネットワークシ

[†] (株)日立東日本ソリューションズ, 仙台市

Hitachi East Japan Solutions, Ltd., 2-16-10, Honcho, Aoba, Sendai-shi, 980-0014 Japan

^{††} 東北大学大学院経済学研究科, 仙台市

Graduate School of Economics and Management, Tohoku University, 2-1-1 Katahira, Aoba, Sendai-shi, 980-8577 Japan

a) E-mail: hiji@econ.tohoku.ac.jp

システム (SNS), 携帯機器, クラウドコンピューティングが普及していることは, 復旧作業に有効であった。その半面, 停電や通信網の利用制限, システムの運用面の不備が障害となった部分もある。更に, 組織内の情報セキュリティ対策がもたらした課題も明らかになった。情報通信技術 (ICT) は, 組織活動の基盤を実現するだけでなく, 復旧活動を支える技術でもあり, 震災に対応できる耐災害性や安定性も重要になる。

本論文では, 今回の震災で ICT がどのような役割を果たし, どのような課題が明らかになったかを考察し, 耐災害性や安定性を実現するために ICT に求められる要件や研究開発課題を明確にする。そのために, まず ICT に不可欠な電力の被害と復旧状況を踏まえ, 通信網の復旧状況, インターネットや SNS, 携帯機器の利用状況と課題について整理する。次いで, 震災に対応するために構築されてきたシステムの利用状況とその課題, クラウドコンピューティングや情報セキュリティ対策といった最近の ICT の利活用状況と課題について考察する。

2. 震災時の状況と課題

2.1 電力の状況

震災発生直後, 青森県 (90 万戸)^(注1), 岩手県 (80 万戸), 秋田県 (60 万戸) の全域, 宮城県 (140 万戸) と山形県 (40 万戸) の大部分の地域, 福島県 (30 万戸) の一部地域という東北地方のほぼ全域の 440 万戸が停電した。東北電力の Web で公開されているデータ [3] から作成した各県の停電解消状況を図 1 に示す。青森県の大部分と, 秋田, 山形の両県は, 3 月 12 日に停電が解消した。岩手, 福島の両県は, 震災後は停電の解消が進まなかったが, 3 月 12 日の夕方から停電解

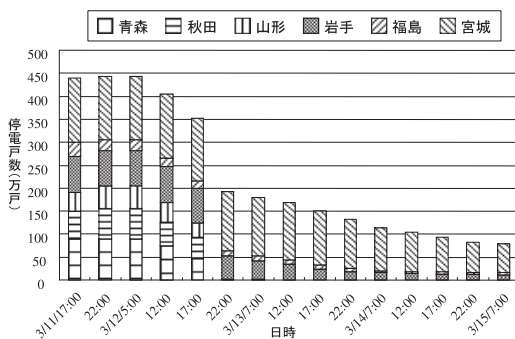


図 1 各県の停電戸数の推移

Fig. 1 Transition of a power failure in Tohoku area.

消速度が上がった。宮城県は他の県に比べ復旧対象戸数が多く, 停電解消に時間を要した。東北六県の停電は, 3 月 22 日には, 被害の大きい沿岸部を中心とした約 22 万戸を除き, 復旧した [4]。

停電の解消は, 中心部から郊外へまだら模様に進むため, 場所により停電解消時期が異なった。また, 建物内まで電力を供給するには, 送電線を復旧させた後, 建物や入居者の立会いのもとで通電を確認しなければならない。通信網が完全に復旧しないなか, 立会い者との連絡が困難で実際に電力を利用できる時期が遅れることもあった。

2.2 通信網の状況と課題

通信網は, 通信ビルや中継基地局の損壊, 伝送ケーブルの破断といった物理的被害に加え, 燃料切れやバッテリー切れによる非常用電源の停止により, 多くの通信設備が停止した。最も解消速度が遅かった宮城県の停電戸数と被害の大きかった岩手, 宮城, 福島の三県の合計停電戸数 [3] と NTT 東日本の Web で公開されている固定通信の停止回線数とその原因 [5] の推移を図 2 に示す。震災直後の 3 月 11 日は, 約 45 万回線が利用停止であったが, 停電の解消が進まないなか, 次第に停止する回線が増加し, 3 月 13 日 17:00 に全体で約 150 万回線が停止した。この中の 85%, 123 万回線がバッテリー切れによる停止である。

NTT 東日本以外の通信会社も状況は同じで, 固定通信は 3 月 13 日, 移動通信は 3 月 12 日に利用停止回線数や停止基地局数が最も多くなった。その規模は, 総務省の“大規模災害等緊急事態における通信確保の在り方に関する検討会” [6] によれば, 図 3 に示すように固定通信で 194 万回線, 移動通信の基地局で

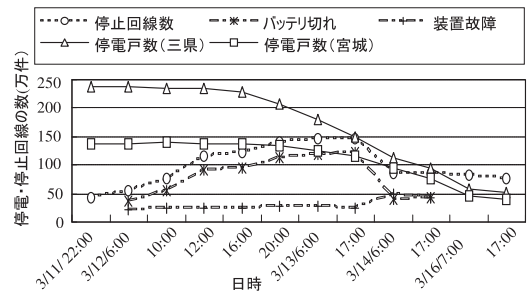


図 2 停電・停止回線数の推移

Fig. 2 Transition of a power failure and communication network failure.

(注1): () 内は停電戸数。

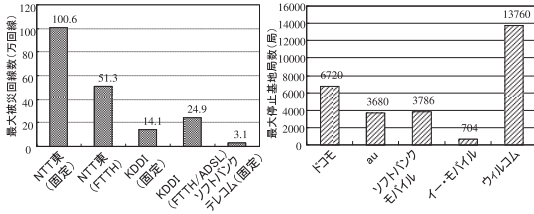


図3 通信網の被災状況
Fig. 3 Disaster situation of a communications network.

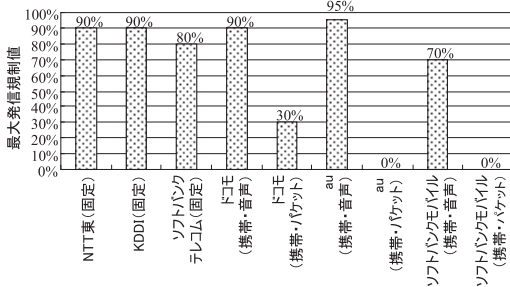


図4 最大発信規制の状況
Fig. 4 Maximum call regulation.

29,000局に及んでいる。ワイコムは、マイクロセル方式のため、最大停止基地局数は他の通信会社より多い。NTT東日本の停止原因を踏まえると、この大部分はバッテリー切れに原因があると想定される。停電の回復と停止回線の回復の間に時間差が生じているのは、停電の回復が中心部から郊外に進んでいくために郊外の停電の解消に時間がかかる一方で、郊外ほど非常用電源の設備やその容量が少なかったことが原因と考えられる。停電対策として、既に通信各社から非常用電源の強化が発表されているが、上記のような停電の復旧過程を考慮した強化が重要になる。

固定電話や携帯電話は、震災直後は比較的通話が可能であったが、2.2で述べた停止通信設備の拡大に加え、ふくそう回避のために図4 [6]の発信規制が各社により実施され、音声通話はほとんど利用できない状況になった。携帯電話の packet 通信はドコモで30%規制が行われた以外、規制されなかったため、通話以外の機能、ショートメッセージ、Skypeは利用できた。このように音声通話より packet 通信の方がふくそうに強いことが実証された。この packet 通信も携帯基地局の停止の増加に伴い、つながりにくい状況や応答時間の悪化が発生したり、利用可能な範囲が狭まった。停止基地局が多かったり、一つの基地局がカバーする

範囲が狭く利用者が少なかったりすると、最大発信規制値を低くできるため、発信規制値は、潜在的な利用者の中で実際に利用できなかった利用者数を意味しない点には注意が必要である。実際、震災後の四、五日は利用しにくい状態が続いた。

固定電話は、通信設備の停止や発信規制以外に停電による影響もあった。これまでの単機能アナログ固定電話は、停電時には局舎給電により通話機能を維持できた。最近では、ファックスなどを備えた多機能電話やIP電話が増えている。これらは停電時に使用できないことが多いが、そのことを知らない利用者も多く、停電時の通話手段確保の点で課題を残した。

このように内陸部は、停電や発信制限の影響が大きいものの数日で通信機能が回復した一方、沿岸部は通信設備損壊の影響が大きく、復旧まで1か月以上の時間を要した。その間は、衛星携帯電話や衛星インターネット、MCA (Multi-Channel Access) 無線、移動基地局を用いて避難所や災害対策本部間の最低限の通信が確保された [7]。

2.3 インターネットの状況と課題

インターネットは、震災直後から機能を維持していたが、被災や停電の影響は随所で見られた。利用者からアクセスポイントまでの伝送ケーブルやISPのネットワーク機器の損壊、停電による機器の停止があった場合、利用者はインターネットに接続できなかった。バッテリーにより停電中でも利用可能なノートPCも自宅やオフィスの停電でネットワーク接続機器が停止しているとインターネットに接続できなかった。

その一方、携帯機器は一つの機器の中にネットワーク接続機能とインターネットアプリケーションの実行機能をもち、バッテリーで動作するため、携帯基地局が稼動している地域に限定されるものの停電地域で唯一、インターネットに接続できる機器であった。更に携帯機器は、内蔵バッテリー以外に、乾電池による外部電源や車から内蔵バッテリーへの充電といった複数の電力供給手段をもつため、停電中でも比較的長い時間、インターネットを利用できた。インターネットを利用するための全ての機能と複数の電力供給手段をもち、小型・軽量で携帯性に優れた携帯機器は、震災時のインターネットの利用やコミュニケーションの手段を提供できる有力な機器であった。

停電が広範囲で場所により停電解消時期に差が出たことでいくつかの問題が発生した。自宅やオフィスの停電が回復してもISPや局舎が機能停止中である間は

インターネットを利用できないが、目の前の機器は正常に動作しているため、インターネットが利用できない原因が分からない利用者が発生した。インターネットを利用できるか否かという利用者視点の情報提供方法が望まれる。

複数の場所に分散して拠点があり（複数の場所にキャンパスや施設をもつ大学や複数の拠点をもつ企業）、Web サーバやメールサーバ、DNS 等のインターネットの各種サーバを各拠点で自ら管理している組織のインターネット運用も支障をきたした。このような組織では、ある拠点の停電が解消し、ネットワーク機器が稼動しても、その接続先の拠点の停電が解消されなければインターネットに接続できない。大学では、拠点ごとにその部局の Web サーバやメールサーバを運用していることも多い。しかし、停電している拠点にしか DNS が設置されていないと DNS を引くことができず、復旧している部局のサーバを利用することもできない。停電が解消した拠点の利用者から見れば、既に停電が解消し、ネットワーク機能は回復しているため、インターネットや部局内サーバに接続できない理由が分からない状況になった。

最近、Web サーバやメールサーバのホスティング、SaaS (Software as a Service) として提供されているメールサービスの利用が大学を中心に増えている。このとき DNS サーバや認証サーバは自組織内に設置し、運用している例も多い。その場合、組織内に設置したこれらのサーバが被災や停電により機能を停止すると外部に設置されている Web サーバやメールサーバ、メールサービスが稼動していてもそれを利用できない。今後は、利用者が Web やメールなどのサービスを利用するために必要な全ての構成要素が災害や停電時でも機能を維持できるかどうかを再点検し、必要に応じて構成を見直す必要がある。

2.4 オフィスと業務の状況

東日本大震災の発生は、3月11日金曜日の14時46分という週末の夕方であり、大部分の会社は、避難後に社員を帰宅させた。12日は土曜日、13日は日曜日であり、14日の月曜日に交通手段が確保でき、出勤が可能な社員がオフィスに出勤した。食料品や日用品の不足、ガソリン不足による交通手段の制限もあり、18日（金）までを自宅待機や休日にした会社もあった。

中心部のオフィスビルは、建物の被害は少なかったものの天井パネルの落下やオフィス内の什器の損壊といった被害が高層階ほど大きかった。その一方で、PC

や耐震対策されたラックに格納されたサーバマシンなどの情報機器の物理的被害は小さく、ほとんどの機器は停電が解消すれば利用できた。

中心部のオフィスは、電力復旧が早かったこともあり、14日の月曜日に出社した時点でインターネットや電話、情報システムが利用可能であった。出社した社員は、社員の安否や被災状況の確認、オフィスの復旧、顧客の被災状況の確認、業務の再開に着手した。オフィス内の被害が小さい場合は、什器や書類の整理と片付け、PCの稼動状況の確認が主な復旧作業になった。天井パネルの落下のように被害が大きい場合は、業務を再開するために書類やPCを他の安全な場所に移設する必要が生じた。

沿岸部近くの浸水域の情報機器は、設置された場所により被害に違いが生じた。低層階に設置された機器は、浸水のために故障し、HDD内のデータを復旧させるために専門業者に委託する必要がある一方、中高層階で浸水の被害を受けない機器の物理的被害はほとんどなかった。しかし、そのまま業務を継続することは難しく、オフィスや情報機器の移転を迫られた組織もあった。これまでは、データセンタを含め、震災対策の中心は耐震化であったが、今後は浸水時の対策や移転の容易さも重要になってくる。

3. 震災時の ICT 利用状況とその課題

ICTは、震災直後から様々な形で利用され、効果を発揮したが、表1に示すような課題も明らかになった。以降では、震災時の利用状況と明らかになった課題について詳述する。

3.1 ICT によるコミュニケーション

3.1.1 コミュニケーション手段の利用状況

震災直後から数日の間にやり取りされる情報は主に

表1 今後解決すべき課題
Table 1 Research issues.

課題	解決すべきポイント
通信網の利用障害	停電やふくそうへの対応
インターネットの利用障害	システム構成や運用の再確認
画一的情報のみの提供	地域、利用者ごとの情報提供方法
誤った情報の流布	情報の正しさの検証・選別方法
各種サービスの利用障壁	使用法や適切な情報の提供方法
システム移行が困難	データやソフトウェアの移行方法
支援物資の配送遅延	資源制限下の利用手段
デジタルデバイドの顕在化	仕分け分散化のための情報共有
機器・文書の移設の障害	サービスの利用障壁の解消
データの復号化が困難	非常時に対応したポリシー策定
	グループに対応した暗号化方式

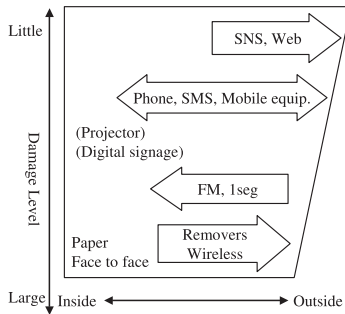


図5 震災下のコミュニケーション手段
Fig. 5 Communication methods under a disaster.

安否の確認や避難の状況である。その後、食料や衣料品、ガソリンなどの物資の購入先といった生活情報、社会基盤の復旧状況へと変化していく。

震災直後から利用された主なコミュニケーション手段を図5に示す。縦軸は、震災の被害の程度を、横軸は被災地の内と外を示している。矢印は情報の流れる向きを、台形の大きさは情報提供範囲を表している。

震災直後から数日の間、社会基盤の被害の大きかった被災地内では、紙(Paper)に記入して掲示したり、直接顔を合わせて会話を行ったり(Face to face)することが主なコミュニケーション手段であった。被害の大きかった被災地の状況を被災地の外に伝えるには、アマチュア無線やバスやタクシーに搭載された業務用無線といったその場で利用可能な手段が使われた。また、震災直後に被災地に入り、見聞した状況を被害の小さかった地域に移動(Removers)した後に各種のコミュニケーション手段で伝えることも役立った。被害が小さく、電力や通信網が多少でも利用可能な地域では、電話(Phone)や携帯機器(Mobile equip.)、SNS、Webといった多様なコミュニケーション手段を使って情報のやり取りが行われた。

このように被災直後は、情報を相手に伝えるという最も基本的な役割を確実に果たす通信基盤の実現がICTに求められる。その数日後からは、情報の確実な伝達に加え、救助・支援・復旧の各活動を迅速に行うための情報の整理・共有、有用な情報を提供するための各種情報処理といった幅広い役割を担うことが期待される。

3.1.2 不特定多数への情報発信状況

SNSは被災地ごとに異なる食料や衣料品、燃料などの物資の状況や被害の程度を共有し、必要な物資や支援を届ける上で非常に有効であった。Webによる情報

提供、すなわち、各組織のホームページを更新し、組織の被災状況とその復旧状況、製品やサービスの提供状況(納期の見通しなど)を外部に知らせることは、その組織が存続し、活動を継続できることを知らせる上で有効かつ重要であった。

被災地以外の企業は、被災地の企業がどのような状況にあり、設備にどの程度の被害が生じ、いつから業務が開始できるのかが分からないと取引の継続の可否を判断できない。その結果、取引の終了が通知され、事業継続が困難になる可能性が高い。この状況を回避するためには、できるだけ早い時期から、取引先にこれらの情報を知らせる必要がある。電子メールもその手段として利用できるが、全ての取引先に同一の内容を通知するコストは高く、時々刻々変化する状況をあまり頻繁に通知することも迷惑と考えられる。SNSは、新しい利用方法であり、取引先が利用しているかどうか分からない。これらのことから、できるだけ広い範囲に、時々刻々変化するこれらの情報を時系列に整理した形で提供するには、従来から利用されているホームページに掲載することが最良の方法であった。

3.1.3 特定の相手への情報発信状況

SNSやWebが不特定多数の人に向けた情報提供に利用された一方、特定のひととの連絡には、携帯電話のSMS(Short Message Service)が有効であった。SMSは、即時性が高く、携帯電話の電源が入っていれば自動的に受信されるため、発信制限により音声通話ができない状況の中でその代替策として役立った。特に、電力復旧の立会いやPCの動作確認など、業務の中で特定のひとと連絡をとる必要がある場合の連絡手段として有効であった。

3.1.4 情報の入手状況

被災地の外からの情報は、携帯電話のワンセグ(Iseg)や臨時災害放送局(FM)などのラジオから得ていた。携帯電話のワンセグにより、被災地でも全国に放送されるテレビの情報を入手できた。臨時災害放送局の免許が迅速に交付されたことで、地域ごとに異なる生活情報をその地域の人々に伝えることができた。

食料品やガソリンがどこで入手可能か、給水車はいつ、どこに来るかといった生活情報は、非常に狭い地域ごとに異なる。この狭い範囲で情報を伝える手段は広報車に限られていた。その広報車もガソリン不足や市町村の広域化により機能しない市町村もあった。現在は、災害情報に限定されている携帯電話のエリア

メールのインターフェースが公開されれば、基地局のカバー範囲ごとに異なる情報を提供することが可能となり、一段と地域に密着した情報提供が実現できる。このインターフェースの公開やそれを利用した地域限定情報の提供サービスの実現は今後の課題である。

3.1.5 コミュニケーション手段の評価と課題

今回の震災は、インターネットや携帯機器が普及していること、SNSの利用が拡大していることがこれまでの震災と異なる。1995年の阪神・淡路大震災のときには、インターネットの利用者数や携帯電話の台数はともに1000万台強であったが、現在、インターネットの利用者数は9500万人、携帯電話の台数は12000万台に増え、日常生活の中で頻りに利用されている。

このようにICTの進展により日常利用しているコミュニケーション手段が多様であったことは、被災地から外に送られる情報量を格段に増加させた。特に、従来のメディアが提供できなかった広範囲にわたる各被災地の状況を伝えることに貢献した。

その一方、デマや詐欺、誤った情報も増加し、何が正しい情報かを選別する必要に迫られた。必要な支援物資の情報など、情報の拡散に時間を要する間に状況が変化し、最初の情報発信時点では正しかった情報が拡散の間に誤った情報になることもあり、正しい情報の選別は困難であった。この課題に対応するため、sinsai.infoは、Twitterなどで寄せられた情報の正しさを人が確認した後に掲載するという方法を採用し、情報の質を確保した[8]。この確認作業は、人手に依存しており、負荷が大きい。今後は、タグを利用した情報の有効期限の設定など、発信された情報の正しさを検証する手段の開発が望まれる。

災害対策用の無線機器は、約2000台が震災後に無償貸与され、災害復旧の中で利用された[7]。震災時、即座に利用するには、事前に各組織に配備しておく必要があるが、そのコストが問題になる。その解決には、日常業務の中で電話の代わりにこれらの無線機器を利用することで通信費を削減して設置費用を捻出すると同時にその利用法に習熟することなどが考えられる。

更に停電解消後になるが、避難所などで多くの人に情報を伝える上では、プロジェクタ (Projector) やデジタルサイネージ (Digital signage) の利用が有効である。避難所は、学校が選ばれることが多い。そのような学校にこれらの機器を設置し、普段は授業の中で利用し、震災時には情報伝達手段として活用するような整備が望まれる。

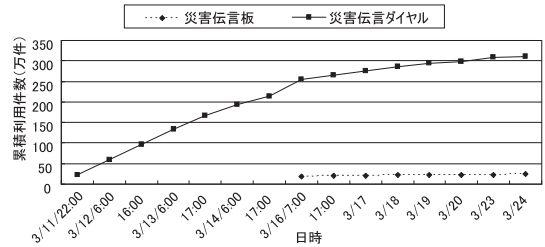


図 6 災害伝言サービスの利用状況

Fig. 6 Transition of the number of users of a disaster message services.

3.2 災害時の安否確認サービス

阪神・淡路大震災で安否確認の通話が発信規制を招いたことから、安否確認システムや災害伝言サービスが開発、導入されてきた。NTT東日本のWebページで公開されているデータ[5]に基づく災害伝言サービスの利用状況を図6に示す。

災害伝言ダイヤルの利用件数は、これまでの震災で最も多い336万件であり、その内訳は、録音が58万件、再生が278万件である[9]。震災直後の3月11日は約15万件の録音があり、以後、11万件、9万件、5万件、3万件と次第に減少している。再生は、11日に38万件、12日に68万件と増加し、13日から53万件、32万件、21万件、17万件と急速に減少していった。

固定電話は、発信制限が行われている旨の案内と災害伝言ダイヤルの利用を促すメッセージが流れるため、被災者は発信制限が行われていることを認識し、その代替方法として災害伝言ダイヤルを利用したと推察できる。このことから、発信制限の中で安否を確認する手段として認知され、機能したといえる。

これに対し、災害伝言板の利用は20万件程度に留まっている。その理由は、停電によりPCからインターネットに接続して利用することが難しかったこと、停電でも利用できた携帯電話からの利用が少なかったことが考えられる。発信制限の中で携帯電話を利用しても何のメッセージも流れず、発信状態が終了するだけで、発信制限が行われているかどうかを知ることができなかった。また、災害伝言板の利用を促す案内もなく、災害伝言板に誘導できなかった。これらの結果、災害伝言板の利用が進まなかったと考えられる。

現在、災害伝言サービスは、固定電話、携帯電話各社が提供しており、ある一社の災害伝言サービスに入力した情報が他の会社の災害伝言サービスを利用する人に届くのが分からないと利用の障壁になる。携帯

電話の発信制限時も固定電話と同じように災害伝言サービスの利用を促すメッセージを流したり、災害伝言サービスを利用するときにはどの範囲の相手まで入力した情報が伝わるのかを知らせたりといったように、利用の障壁を下げなければならない。このように、災害時に利用されるサービスは、仕様と利用者教育の両面からサービスを利用する障壁をなくす必要がある。

震災時の構成員の安否確認を迅速に行うため、構成員のインターネットや携帯電話のメールアドレスに安否を問い合わせるメールを送り、構成員は該当する安否の状態を返信する安否確認システムを構築していた組織もあった。自組織内に安否確認システムを構築していた組織は、停電のため、震災直後は利用できず、停電の解消を待つ必要があった。停電が解消すると同時に安否確認システムを起動し、安否確認を開始した。

しかし、インターネットのメールアドレスを登録していた構成員は、自宅が停電の間は PC を利用できず、安否確認のメールの存在を知ることができなかった。携帯電話のメールアドレスを登録していた構成員は、自宅をカバーしている携帯基地局が稼働していれば、安否確認メールを受け取り、返事を返すことができたが、携帯基地局が停止している場合は、安否確認メールを受け取れなかった。また、停電がいつまで続くのかが分からない状況では、どの程度の時間、携帯電話を利用して大丈夫かが分からずに携帯電話の電源を切っていた人も安否確認メールを受け取れなかった。更に、安否確認メールは、被災直後に送られてくるという思い込みから、2、3日後の停電解消後に送られた安否確認メールをスパムメールと判断して返事を返さない事例も報告されている。これらの問題から、安否確認システムを導入しているにもかかわらず固定電話を用いて確認を行うなど、安否確認に時間を要した。大学では、大使館の迅速な行動や帰国勧告により、早々に帰国した留学生も多く、これらの留学生の安否確認には更に時間を要した。

データセンタなど、外部に安否確認システムを構築していた組織は、震災直後からシステムが利用可能な状態にあった。しかし、安否確認システムにアクセスするためのインターネットが停電で利用することができず、システムの起動に困難を極めた組織もあった。携帯電話を端末として利用したり、SMS などを通して起動メッセージを送信したりといった停電や発信制限の中で離れた場所に設置されたシステムを起動する複数の手段を用意しておく必要性を認識させられた。こ

のように安否確認システムの運用には課題が残った。

Google が立ち上げた“Person Finder” [10] は、当初こそ被災者の情報が少なかったものの登録される情報が増加するにつれ、被災者の安否確認に効果を発揮した。特に、安否確認システムが対象としていない被災地の取引先や知人の安否を確認するときに有効であった。このようなサービスが迅速に立ち上げられたことは特筆されるべき点である。

3.3 クラウドコンピューティングによるサービス

クラウドコンピューティングが注目をあび、各社が様々なサービスを提供し始めた時期であり、震災直後から各社が多種多様なクラウドコンピューティングによる震災対応サービスを提供した [11]。提供されたサービスは、行政情報提供サイトのミラーリングから被災者支援活動の情報基盤、被災組織の情報発信や業務処理まで多岐にわたる。

クラウドコンピューティングの利点は、迅速なシステムの立上げと大量のアクセスに対応できるスケールビリティにある。震災時は、安否確認や避難所の情報をはじめ、被災状況、給水車のスケジュールといった生活情報まで、様々な情報を得るため、多くの人がこれらの情報が掲載されている自治体や省庁の Web サイトを閲覧する。この中で、これらの Web サイトは応答性を確保しなければならない。クラウドコンピューティングによりこれらの Web サイトのミラーがすぐに立ち上げられ、アクセスが急増した自治体や省庁の Web サイトの負荷を分散することにより、利用者には不自由を感じさせることなく情報提供が行われた。被災者や避難所が必要としている物資、救援物資の配布状況、ボランティアを管理するシステムもクラウドコンピューティングを使って開発され、利用された。クラウドコンピューティングは、開発・実行環境が即座に利用でき、分散開発も容易に行えるため、これらのシステムを迅速に提供できた。

その一方、被災企業が既に稼働している業務システムをクラウドコンピューティング上に移行し、稼働させるという利用方法は少なかった。既存の業務システムを新たな稼働環境の上で動作させる必要がある組織は、情報システムの被害が大きいためにデータやアプリケーションを既存の実行環境から取り出せなかったり、情報システム運用者の被災によりその作業を行えなかった。業務システムの被害が小さい企業は、システムの物理的被害も少なく、既存のシステムをそのまま稼働させたり、移設して稼働させたりすることで対

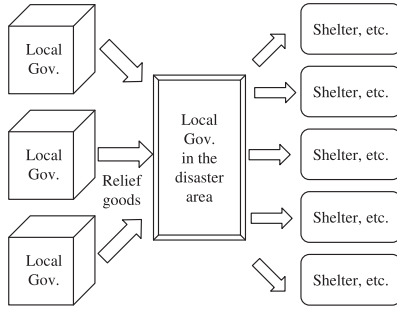


図 7 支援物資流通経路

Fig. 7 The distribution channel of relief goods.

応できた。これらがクラウドコンピューティングの利用が進まなかった理由と考えられる。これらの理由に加え、業務システムの多くは、比較的広帯域のネットワークと PC が前提であり、その前提を満たせないことも利用が少ない要因であった。

今後、災害対策として業務システムをクラウドコンピューティング上で動作させるには、事業継続計画の中で業務システムとそれが使用するデータをどのように移行させるかを明確にすることに加え、限られたネットワーク帯域や PC 以外の携帯機器からの利用を考慮しておく必要がある。

3.4 支援物資の需給マッチングと在庫管理

被災地で必要な物資は、場所により異なるだけでなく、時間とともに変化していく。被災地以外の物資提供元から支援物資を送る際には、場所と時期により何が必要かを的確に把握し、必要とされる時期に、必要とされる場所に、必要とされる量の物資を送る必要がある。これらの情報が被災地と物資提供元の間で共有できないとせっかく送られた物資が無駄になったり、物資を必要とする人に届かなかったり、遅れたりする。避難直後は、避難所の混乱や電力・通信網が復旧していないためにこれらの情報がうまく共有されず、無駄が発生していた。

図 7 に示すように、支援物資 (Relief goods) は、支援者が地元の自治体 (Local Gov.) に持参し、各自自治体から被災地の自治体 (Local Gov. in the disaster area) に送られ、仕分けされた後に支援物資を必要とする避難所等 (Shelter, etc.) に送られる。被災地の自治体に各地から送られる支援物資の量は膨大で、仕分け作業が支援物資を届けるボトルネックになった。更に、各避難所に届ける支援物資の種類が多さがボトルネックを一段と大きくした。

膨大な量を処理する基本は、分散化にある。各避難所から送られてくる情報を支援物資の発送元である自治体等に送り、そこで避難所ごとに必要な物資を仕分けた後、被災地の自治体に発送する仕分け処理の分散化が必要である。この分散化の実現には、ある自治体でそろえられなかった物資の情報を他の自治体に送ってそろえてもらうための情報配送や時々刻々と変化する必要物資と提供物資の情報更新を効率的に処理できるシステムが求められる。更に、仕分けた物資を最終送付先の情報とともに送り、被災地の自治体はその情報を見るだけで最終送付先に届けることができるといった作業の軽減も検討しなければならない。別の観点では、世帯構成情報から自治体・避難所単位の支援必要量を算出し、その情報を関係機関の間で事前に共有しておき、支援物資が必要な状況が発生した際は、この共有情報をもとに支援物資を送るといった既存情報の活用方法も重要になる。

他のアプローチとしては、物流を効率的に処理する能力をもつ企業の利用も考えられる。Amazon が立ち上げた“たすけあおう Nippon 東日本大震災 ほしい物リスト”は、その一つの実現例であり、分散化の一例でもある。このシステムは、被災地が必要な物資を自ら登録し、物資提供元はその登録情報を参照して支援物資を送付したり、被災地の人が物資提供元から提供された物資の一覧から必要な物資を選択するとその物資が被災地に送られる [4]。配送は既存の配送システムを利用しており、物流網が回復してからではあるが、必要とする物資を被災地の人々に効率的に配送することができた。

今回の震災では、物流網が広域にわたり寸断されたことで、食料品や日用品、ガソリンの品不足が顕著であった。ガソリンを給油するための車列による渋滞が発生し、交通状況の悪化を招いた。食料品や日用品の購入の行列は 4~5 時間待ちになり、購入者に大きな負担となった。このような状況が発生する原因は、いつ、どこで、どのくらいのものが購入できるかが分からないという情報不足に起因する。予約購入システムを通して、これらの情報を提供し、必要量と提供可能量を考慮した事前予約により、このような状況を回避できる可能性がある。今後は、このような状況が発生したときの情報提供方法を災害時応援協定の中に含めるといった情報の活用方法を考えていく必要がある。

3.5 ITS による道路情報の提供

ICT の応用として、高度道路交通システム (ITS)

が普及、利用されている。ITS の一つであるカーナビゲーションシステムは、ほとんどの自動車に搭載されてきている。カーナビゲーションシステムは地図情報の表示と案内に加え、携帯機器を接続することにより、渋滞情報や工事情報などを即座に表示することができる。

これまでの震災では、広範囲で道路の寸断や渋滞が発生し、通行に支障をきたしてきた。今回の震災では、ITS により道路や渋滞の状況、所要時間を実際に通行した車両のカーナビゲーションシステムに接続された携帯機器を経由して収集し、その情報を各車両のカーナビゲーションシステムに送ることで、通行可能な道路や所要時間を即座に表示することができ、効率的な物流や被災地への移動を可能にした。

3.6 デジタルデバイド

3.1 から 3.5 で述べてきたように、コミュニケーションや安否確認サービス、迅速な情報提供の点で ICT は有効であった反面、これまでその存在が指摘されていたが顕在化することがなかったデジタルデバイドが実際の大きな問題として顕在化した。すなわち、ICT を使いこなせるかどうかにより、入手できる情報や支援物資の量、事業の再開スピードなど、様々な点で大きな差を生んだ。

デジタルデバイドには三段階の障壁がある。

最初の障壁は、“サービスが分からない”ことである。どのサービスを利用すれば目的を達成できるのかを知らなかったり、探し出せなければ何も始められない。例えば、必要とする物資を購入してもらうために“たすけあおう Nippon 東日本大震災 ほしい物リスト”が利用できることやその URL を知っていることである。

二つ目の障壁は、サービスを利用するための機器の操作を知らなければならないことである。前述の例では、Web ブラウザを起動し、“たすけあおう Nippon 東日本大震災 ほしい物リスト”の URL をキーボードから入力できるかがこれに該当する。

最後の障壁は、利用するサービスの使用方法を知らなければならないことである。これには、サービスを使用した結果、何が起きるのかを理解していることも含まれる。前述の例では、必要な物を選択することに加え、その支払方法がどうなるのかまで理解していることである。これが理解できていないと、結局、そのサービスを利用して目的を達成できない。

デジタルデバイドは、これまで機器やソフトウェ

アの操作方法の問題を中心に解決策が検討され、改善が進んできた。ICT を使ったサービスは多種多様であり、震災後に新たに立ち上げられたサービスや情報提供元が多いこと、震災という通常と異なる状況の中でこれまでの日常生活の中で使うことのなかったサービスが必要になったことは、“サービスが分からない”という障壁を高いものにした。少なくとも震災時に求められる情報や“やりたいこと”とそのサービス提供元を対応づけた情報が得られる Web サイトを事前に設置し、周知しておくなど、何らかの解決方法が必要である。更に上記の各障壁を解決するために、ICT を使いこなす能力をどのように習得していくかは今後の課題である。その際、全ての利用者がそのような能力を習得することが理想であるが、最低限、各地域コミュニティに何人かはそのような能力をもつ人を育成し、その人が地域コミュニティを支援する取組みが望まれる。

経験する機会がまれな震災時の ICT の使い方を学ぶ一つの方法として、今回の震災時に発生した停電や通信網の被災といった事象を整理し、それに基づくリスクシナリオを作成し、仮想体験する方法がある。このリスクシナリオに基づいて、ある事象が発生したときにいろいろな機器やサービスの中から必要なものを選択し、実際にそれを利用してみることにより、どのような状況下でどのサービスをどのように使えばよいかを学ぶことができる。そのためには、震災復旧の早い時期から、それらの事象の収集に取り組む必要がある。

4. 情報セキュリティへの震災の影響

個人情報保護法の制定や情報漏えいの増加に伴い、組織は情報セキュリティポリシーを策定し、それに準拠した情報セキュリティシステムの構築を進め、情報セキュリティを強化してきた。物理的な機器や情報の不正な持出しの禁止策には、以下のようなものがある。

- 紙文書やデータ格納媒体 (CD-ROM 等) の施錠管理
 - デスクトップ PC やノート PC への盗難防止チェーンの導入
- デジタル化された情報の漏えいや不正利用の防止には、以下の対策に加え、情報セキュリティ教育も定期的に行われている。
- 認証の強化
 - シンクライアントの導入
 - 外部記憶媒体 (USB メモリや USB HDD) の

利用制限

- 外部記憶媒体に格納する情報の暗号化
- ウイルス対策ソフトウェアの導入

2.4で述べたオフィス復旧作業では、これらの情報セキュリティ対策が様々な影響を与えた。組織が保有する社員や顧客の個人データや顧客から借用しているデータは、電子データだけでなく、書類形式（紙）でも存在する。これらの機密データは、不正な持ち出しや漏えい、閲覧、複製が行われると組織に与える負の影響が大きい。そのため、管理者を決めて管理するだけでなく、利用者や利用場所の制限などが行われている。データの利用部門は多岐にわたるため、管理責任者や保管場所は、組織全体のガイドラインに従って決められている。管理対象データの中で紙文書やデータ格納媒体は、それぞれの保管場所でキャビネットに施錠管理されていることが多い。

今回の震災では、キャビネット、事務机などのオフィス什器の倒壊、破損が数多く発生した。復旧過程で、オフィス什器を元の場所に戻したり、他のフロアやビルに一時的に業務環境を移設したりといった作業を行う際は、キャビネットの開錠が必要になる。しかし、什器類が散乱しているために鍵が見つからなかったり、部門の管理責任者が出勤できないために鍵を入手できずに開錠作業が困難になった例があった。更に、開錠する際の責任者は誰であるかや開錠後に管理対象物を一時的に持ち出す際の管理方法が決められていないことも運用管理上の課題であった。

PCの盗難によるデータの不正漏えい防止のために盗難防止チェーンでPCを固定している組織が、復旧作業の中で一時的にPCを移設するときも盗難防止チェーンを解除しなければならない。この場合も前述のケースと同様に鍵がどこにあるのか、誰が移設を許可するのか、移設後の盗難防止方法をどのようにするのかといった課題が明らかになった。

組織内のデータが漏えいする原因の一つは、自宅で仕事をするなどの理由で、USBメモリなどの外部記憶媒体に外部出力インタフェースを経由してデータがコピーされ、持ち出されることである。このようなデータの持ち出しを防止するため、組織は、持ち出す際の許可の手順を決めたり、持ち出すときにはデータを暗号化して外部記録媒体に格納するといった持ち出し方法を決めている。これらの方法による情報セキュリティを担保するため、外部出力インタフェースの利用を禁止し、許可を得なければ外部出力インタフェースを経由

してデータを持ち出せない情報セキュリティシステムを構築している組織もある。このようなシステムを構築していた組織は、外部出力インタフェースの許可を管理するサーバが稼働できなかったり、許可を与える管理者が不在だったりするとPC内のデータを取り出せなくなった。そのため、震災により被害を受けたPC内のデータを他のPCにコピーしたり、バックアップしたりする作業に時間を要するケースもあった。

PCやUSBメモリの盗難、紛失により不正にデータが流出することを回避するため、HDDやUSBメモリに格納されたデータを暗号化している組織もある。この暗号化パスワードは、これらの機器の利用者が設定しているため、復号化には、利用者が設定したパスワードが必要になる。しかし、利用者が不在の場合はパスワードが分からず、暗号化されたデータが復号化できないケースが発生した。

上記のように、これまでの情報セキュリティ対策は、データの不正な漏えい対策に重点がおかれていた。その一方で、震災のような非常時にどのような状況が発生し、その状況にどのように対処するかが十分に検討され、マニュアル化されていたとはいいがたい。今後は、このような不測の事態が発生したときのデータの安全管理方法を含めた運用手順の整備が必要である。それに加え、非常時にデータを移動する必要が生じた場合、個人が暗号化に使用したパスワードをどのように解除し、データを移動するかも重要になる。全ての鍵を開錠できるマスターキーがあるように、各個人が暗号化したデータを復号化できるマスターキーに相当する鍵をもつ暗号化手法の開発が望まれる。

復旧活動の中では、避難者のデータや現地ボランティアのデータ、支援物資を提供した人のデータなど、多くの個人情報を取り扱われている。その一方で、これらの個人情報がどのような情報セキュリティポリシーに基づいて入力され、管理、利用されているのかは明確ではなく、このようなポリシーを策定する際に参照できる基準もない。このような基準とそれに準拠した管理システムの構築も今後重要になる。

5. むすび

東日本大震災は、電力、通信網をはじめとした社会基盤に甚大な被害を与え、これらの利用は大きく制限された。このような状況の中で、これまで利用されてきた電話に加え、携帯機器やインターネット、SNSといった多様なコミュニケーション手段が存在し、日常

的に利用されていたため、安否確認や被災地の情報流通が確保できたことは、被災地の復旧や支援に効果が大きかった。クラウドコンピューティングは、情報提供サイトや支援助物資・ボランティア・避難者の管理システムの迅速な立ち上げ、様々な情報への大量アクセスの処理に利用され、その有効性を示した。それ以外にも、医療や健康管理などの被災地での支援活動を支えるため、ICTは様々な場面で利用され、復旧・復興の一助となっている [13]。

その一方で、初めてデジタルデバイドの問題が顕在化し、ICTを使いこなす能力の有無により、その後の復旧の速度に大きな差が生じた。また、情報セキュリティの運用管理方法は、震災に対応できていないことも明らかになった。非常時に対応できるように情報システムを整備することやデジタルデバイドを解消することは今後の課題である。更に、大量にやり取りされる情報の中から正しい情報をどのように得るかや震災時にどのような情報が必要になるかを整理しておくことも迅速な復旧や地域産業基盤の維持には必要である。これらの情報を整理し、必要な時期に適切な相手に正しい情報を提供できる仕組みを構築し、日常業務の中で使うことが復旧の速度を上げるために重要になる。

これまでの災害対応は、避難訓練に代表される震災直後の対応訓練が中心であったが、現実にはそれだけでは不十分である。震災直後の対応訓練に加え、その後の比較的長い期間の中で発生する様々な状況、——電力や通信網の停止、物資の補給、それに関連する情報の提供——、に対応した対応訓練が求められる。

文 献

- [1] 警視庁, 被害状況と警察措置, <http://www.npa.go.jp/archive/keibi/biki/higaijokyo.pdf>, July 30, 2011.
- [2] 国土地理院, 津波浸水域の土地利用別面積 (暫定値) について, <http://gisstar.gsi.go.jp/2011TaiheiyouOki/LandUse/LandUseArea.pdf>, March 28, 2011.
- [3] 東北電力株式会社, 東北地方太平洋沖地震に関する, 停電情報, <http://www.tohoku-epco.co.jp/emergency/9/index.html>, June 18, 2011.
- [4] 東北電力株式会社, 地震発生による停電等の影響について, <http://www.tohoku-epco.co.jp/emergency/9/1182692-1807.html>, March 21, 2011.
- [5] 東日本電信電話株式会社, 東日本大震災による通信サービスへの影響等について, http://www.ntt-east.co.jp/info/t_service.html, 参照 July 31, 2011.
- [6] 総務省大規模災害等緊急事態における通信確保の在り方に関する検討会 (第 2 回会合) 配付資料, 東日本大震災における通信の被災・輻輳状況, 復旧等に関する取組状況, http://www.soumu.go.jp/main_content/000113017.pdf, April 22, 2011.
- [7] 総務省東北総合通信局, 東北テレコムトビックス号外 Apr. 2011, <http://www.soumu.go.jp/soutsu/tohoku/kohoshi/pdf/2011gogai.pdf>, July 31, 2011.
- [8] sinsai.info, 東日本大震災 みんなでつくる復興支援プラットフォーム, <http://www.sinsai.info/ushahidi/>, July 31, 2011.
- [9] 東日本電信電話株式会社, 東日本大震災による通信サービスの被害と復旧・復興への取組み, http://www.riec.tohoku.ac.jp/sympo201106/pdf/3-2_oka.pdf, June 15, 2011.
- [10] Google, Google Person Finder, <http://japan.personfinder.appspot.com/>, 参照 July 31, 2011.
- [11] 情報処理推進機構, 東日本大震災に際して提供されたクラウドサービスの事例集, http://www.ipa.go.jp/security/cloud/cloud_sinsai_jirei_list_V1.pdf, 参照 July 31, 2011.
- [12] Amazon.com, たすけあおう Nippon 東日本大震災 ほしい物リスト, http://www.amazon.co.jp/gp/feature.html/ref=amb_link_61696889_4?ie=UTF8&docId=3077074166&pf_rd_rm=AN1VRQENFRJN5&pf_rd_s=right-csm-1&pf_rd_r=17W10X16NYRA97ZNFQA9&pf_rd_t=101&pf_rd_p=100639589&pf_rd_i=489986, 参照 July 31, 2011.
- [13] 電子情報技術産業協会東日本大震災 ICT 支援応援隊事務局, 東日本大震災 ICT 支援応援隊活動報告書, <http://www.jeita.or.jp/ictot/topics/pdf/110729.pdf>, July 29, 2011

(平成 23 年 7 月 31 日受付, 12 月 25 日再受付)



樋地 正浩 (正員: シニア会員)

1986 山形大・理卒。同年, 日立東北ソフトウェア (株) (現 (株) 日立東日本ソリューションズ) 入社。1997 東北大学大学院情報科学研究科システム情報科学専攻博士課程修了。博士 (情報科学)。2005 より東北大学会計大学院教授を兼任。リスク管理モデル, 経営意思決定支援技術の研究開発に従事。