

東日本大震災における情報・通信システムの被害とその教訓 —分散型バックアップ・独立型電源・通信方法の複々線化—

川端望

(東北大学大学院経済学研究科)

1 はじめに

本章の課題は東日本大震災における情報・通信システムの被害を概観し、その教訓を導き出すことである。

このような調査報告は、2011年版『情報通信白書』をはじめとする政府機関によるもの（総務省，2011b など）、専門ビジネス誌によるもの（浅川，2011，日経コンピュータほか(2011)など）、個人による調査研究（瀬戸山(2011)など）、そして多数の一般書やインターネット上のレポートがすでに公表されている。これらは技術的な解説において優れており本稿でも大いに参考となった。しかし、大きく分けて二つの問題がある。

ひとつは、被災時における一般ユーザの視点、つまり「どのような場合に、何を使えば通信ができたか、またできなかったか」という視点からのものが少ないことである。例えば政府機関による調査報告書では、問題の所在を行政上の用語や技術的な区分に沿って捉えていることが多い¹。

もうひとつは、帰宅難民問題、計画停電問題に焦点を当てるなど、首都圏の被災状況を念頭に置いているものが多いということである。これは、より被災程度の重かった津波被災地域や長時間停電地域の実態とはズレがある。

一般ユーザの視点を重視し、かつ長時間停電の深刻さを訴えた先駆的なレポートは浅川(2011)であり、今後とも参照されるべきである。ただしテーマが通信とその技術開発に集中している点が、本稿と異なる。

また一般のハウツー本でユーザ視点に寄り添っているのは西田・斎藤(2011)であり、『『つながらない!』とき、どうするか?』というサブタイトルが、こ

¹ たとえば日常感覚では「固定電話」とみなされるものが、総務省(2011b)では「固定通信（メタル回線電話・ケーブルTV回線電話，ISDN）」と「IP電話」に分けて叙述されてしまう。

れを示している。ただし、インターネットアクセスは可能な場合を想定した対策の紹介に重点を置いている点では、やはり首都圏の被災状況を念頭に置いた記述の割合が大きいと言わざるを得ない。

一方、人文・社会科学系の情報・通信システム研究は、システムが正常に機能したかどうかよりも、どう機能したか、例えばソーシャル・ネットワーク・サービス（SNS）の活用やそれに関連したデマ問題など、情報のコンテンツやコミュニケーションのあり方に関心が向けられる傾向にある。それはそれできわめて重要であるが、通信自体が困難であったことをめぐる問題も忘れてはならない。

本章はこれらの問題点を踏まえ、とくに、企業および一般ユーザの通信ニーズから見た被害の特徴とその教訓を導き出すことに重点を置きたい。紙数の関係で、対象は電話、インターネットなどの双方向通信に限り、テレビやラジオなどの一方向の放送は取り扱わない。

2 ひとつの事例から見た情報・通信システム被災と通信途絶

2.1 大学での被災と連絡・安否確認困難の発生

まず、筆者自身の被災経験から、情報システムにかかわる部分を取り出して、問題の所在を確かめていこう。

3月11日（金）14時46分、筆者は東北大学大学院経済学研究科研究棟で本震に遭遇した。本棚の本はほとんどが落ち、パソコンは机の上を滑って1段低い隣の机に落ち、ディスプレイは床に落ちて、その上に落下してきた大量の本に埋もれてしまった。そして、揺れている最中に全館が停電した。パソコンとディスプレイは、数日後に元に戻したところ動作したが、バックアップ用外付けハードディスクは損壊した。

携帯電話を持ち出して外に出ると²、大学の文科系キャンパスにいた教員、職員、学生が集まって来て、あらかじめ定められた緊急避難用の広場に移動した。地震発生後1時間程度では、家族や学生と携帯で通話することはできなかった

² 筆者の携帯は、あえて分類すれば旧式スマートフォン（Nokia705NK）なのであるが、利用の便宜は従来型携帯電話に近いので、ここでは「携帯電話」と記す。従来型携帯電話と現在発売されているスマートフォンの違いについては後述する。

ものの、携帯メールで安否確認をすることはできた。また、携帯でネットアクセスし、災害用伝言版にメッセージを登録することもできた。

文科系キャンパスの建物は一つも倒壊しておらず、また立地的に津波の心配はない内陸丘陵地帯であるため、ただちに集団避難する必要はなかった。そこでまず居合わせた副研究科長・事務長を中心に、現場にいる教職員、学生の安全を確認した。そして、必要な教職員以外は解散し、副研究科長らは、翌日予定されていた後期日程入試の中止についての確認と掲示など最小限必要な措置をとった。しかし、ここから先の土・日曜日は、各自が家族の安全保持など私事に専念するか、独自に行動するよりなくなった。

筆者は、研究室に備えてあった電池式ラジオにより、ふだん通勤に使うバス、JR（列車）が運行停止していることを知り、徒歩で帰宅することにした。まだ午後5時頃であるにもかかわらず、停電して、自動車のヘッドライト以外は明かりがない道を、大学から支給されていた手回し発電式懐中電灯を用いて照らしながら、1時間ほどかけて帰宅した。

2. 2 停電の中でのネットアクセスの試み

帰宅後、まず自宅の安全と生活用品の備蓄を確認した。停電のため自宅の明かりは懐中電灯のみであり、テレビを見ることもできず、電池式ラジオによって沿岸部に大津波が押し寄せたことを知った。

担当するゼミ生28名の安否確認にかかろうとしたが、午後7時頃の自宅（JR仙山線北山駅付近）の電話の状態は、固定電話が不通、携帯電話も回線混雑・通話制限により通話は不可能、ネット接続のみ可能という状態であった。また、固定電話機をチェックしていたところ、AC電源を必要とするFAX・コピー機能付きの複合機であるため、たとえ回線に異常がなくとも停電が終了しない限り使うことができないことに気がついた。

帰宅以前に通信できた一部の学生が携帯電話の災害用伝言版にメッセージを登録していたことが確認できたが、大多数の学生とはこの状況下で連絡を始めなければならなかった。この時、ノートパソコンのバッテリーが残っていることに思い当たった。固定電話回線を用いるADSLは、回線ダウンと停電によるモデムの電源喪失で不通であったが、幸い出張用の3Gデータ通信カードがあり、

これを差し込んでインターネット接続を試みたところ，成功した。

大学のシステムは停電とともに停止しているので，大学のメールアドレスは使えなかった。経済学研究科は故障に備えてメールサーバのバックアップ機器も保有していたが，所在地は同じ建物内であったため，稼働させることはできなかった。また，緊急災害用にアンケート機能を持たせた掲示板システム Campus Community もシステム管理者自らが開発しており，緊急時には自動的に切り替わるバックアップサーバも準備していたが，仙台市内にあったために稼働できなかった。

しかし，個人で用いている大手インターネット・サービス・プロバイダ (ISP) のアカウントにログインしたところ問題なくつながり，学生に安否確認メールを出すことができた。学生からは主に携帯メールで返事があり，この通信方法で翌日 12 日 (土) 朝まで安否確認作業を継続できた。

この間，私の安否を確認する親戚・知人からのメールもかなり送信されていた。このうち，大学アドレス宛てのものは未達となってしまう一方，ISP アドレス宛てのインターネットメールは問題なく受信でき，携帯アドレス宛てのものもときに遅延はあったが，おおむね受信できた。

2. 3 電力復旧過程と安否確認活動の拡大

ところが，翌 12 日に親類・家族の安否確認を行って夕方に自宅に戻ってくると，携帯は圏外となってネットアクセスも携帯メールの送受信もできなくなり，3G データ通信カードからのインターネット接続も不可能となっていた。その上，ノート PC と携帯の電源も残り少なくなった。筆者の妻は電池式・手回し式双方の充電器を持っていたので携帯電話の充電だけは可能であったが，筆者の携帯電話は特殊な型式であるために，充電器が店頭販売されていなかったのである (正確に言えば通信販売されていたが，当時は気がついていなかった)。

12 日に家族の安否確認をしながら得た情報から，市の中心街である仙台駅付近では電力が回復し，携帯電話も機能することが推測できた。そこで筆者は 13 日 (日) にノート PC と携帯を持って中心街へ向かった。到着したところ，実際に電力が回復しており，いくつかの店舗は営業もしていた。そして，商店街の各店の好意か黙認かは分からないが，テーブルタップが街路に出されており，

多くの人がそれで携帯電話を充電していた。通話もある程度可能であった。筆者も携帯とノートPCを充電し、安否確認作業を続行することができた。その後、13日夜には自宅の電力も復旧して安否確認作業が安定して行えるようになり、15日（火）までにはゼミ生全員が無事であることを確認できた。

14日（月）午後、経済学研究科の電力が回復し、システムがただちに再稼働した。再稼働が円滑に進んだのは、システム管理者の普段からの注意が行き届いていたからである。サーバが物理的に頑強な状態に置かれていたし、本震発生当時、システム管理者らICTルームのスタッフは、揺れの中、システムの終了作業に取り組み、数分で完了させていた。地震中に停電していたが、同時にUPS（無停電電源装置）が作動して、システム終了までは電源が保たれていたのである。このため、ハード的にもソフト的にも再起動に問題はなかった。

システム再稼働により、メールのほかに、掲示板システム Campus Community も使えるようになった。そこで研究科では、簡単な質問に答えるだけで安否確認ができるようにして、3月15日（火）から学生にアクセスを呼びかけた。さらに、学生の安全を願っていること、研究科の建物が無事で電力と情報システムも回復していることなどを記した研究科・学部長メッセージを研究科のウェブサイトに掲載し、安否確認用のアドレス、電話番号を併記した。また、教務係からは学生が入学時に登録している電子メールアドレスに安否確認呼びかけを一斉配信した。

この作業の途上では、独自の緊急措置も必要になった。福島第一原発の水素爆発に衝撃を受けた留学生が、大挙して帰国し始めたからである。インドネシア、イギリス、中国などでは、各国大使館が帰国を支援する動きを見せ始めた。そして、一時帰国の際の正規の手続き（指導教員と面談して書類に押印または署名をもらう）を踏まないものが続出した。これは、交通機関が麻痺し、通信も完全には回復しない状況の下ではやむを得なかった。

しかし、大学にとっては、手続き簡素化はよいとしても、帰国した留学生との連絡方法を確保すること、一時帰国途上での安全上の注意を与えること、慌てて再入国手続きを忘れないように注意しておくこと、大学が機能しており、新学期を開く意思があること、その時期の見通しを伝えることは絶対に必要であった。現に、パスポートを忘れてたり、航空券を確保しないまま仙台を離れた

りした留学生がいることがわかっていた。そこで、留学生向けの研究科長メッセージは全学生向けに先だって14日に作成し、一斉送信した。結果として、ほとんどの留学生は各国大使館の指示に従い秩序ある行動をとって一時帰国し、集団的な移動に際しても日本人との摩擦を起こさなかった。そして、4月後半から5月初旬にかけて再入国した際にも、大きなトラブルは起こらなかった。

安否確認では、以後も、多少の困難が続いた。一つは、試運転中であった全学の安否確認システムを大学本部が稼働させ、全教職員に安否確認メールを送ったことである。このシステムの存在はほとんど知られていなかった上に、信頼性のある署名がなかった。このため、経済学研究科では安否確認メールをフィッシング詐欺とみなして、回答しないように教職員に広報してしまった。

また、学部の1・2年生にはふだんから接触している指導教員がいないので、掲示板書き込みへの呼びかけに反応しない学生が少なからず見受けられた³。このため、15日に回復した固定電話を使って教員が学生一人一人に電話をかけるという作業も必要であった。1名の学生が津波で死亡したという重大情報は早期に把握できたが、研究科・学部の全学生に対する安否確認作業は、結局4月までかかった。

2. 4 安否確認システムの整備

経済学研究科では、東日本大震災の教訓を踏まえ、災害対策マニュアルの再整備と徹底、教職員防災隊の体制整備、大学アドレス以外の電子メールアドレスをも用いた教職員・学生それぞれについての連絡ルートの構築、緊急地震警報システムの導入、掲示板システムバックアップサーバの遠隔地、具体的にはインドへの移転などを進めている。

2. 5 小括

以上の事例は、主に安否確認に関わるものであり、一部は事業継続計画 (BCP) 全般に関わるものである。もちろん、筆者が直面したのは東北大学全体のシス

³ 東北大学大学院経済学研究科・経済学部では、学部の3・4年生、研究生、大学院生にはゼミナール単位で指導教員がついており、日常的に接触しているので連絡がとりやすい。これに対して学部の1・2年生は大人数での授業が中心であり、指導教員は指定されているが、個々の学生との接触は薄くなりがちである。

テムトラブルのほんの一部にすぎない。しかし、電源喪失・通信網寸断という事象が、安否確認や事業所の業務にいかにかに深刻な事態を引き起こすかを、いくらかは伝えられたと思う。

3 通信網寸断の実態に関する考察

本節では、これまで体験談として断片的に記したことも踏まえて、通信網寸断の実態を整理し、その原因と課題についての考察を行いたい。ユーザ視点でわかりやすくするために、固定電話、携帯電話、公衆電話、インターネットとそれへのアクセス、人的要因に分けて述べる⁴。なお、筆者が経験した事象については（※）で記したので、前節の記述とも併せて読まれたい。

3.1 固定電話

従来地震では固定電話は比較的頑強であった⁵。これは、家庭に届いている銅線等のメタル回線では、電話回線を通じて給電が行われるため、停電しても電話機の電力は失われなかったからである。ところが、東日本大震災では、かなりの範囲で固定電話が使用不可能になった（※）。固定通信網（メタル回線電話、ケーブルTV回線電話、ISDN）の被災は合計190万回線にのぼり、東北地域では、最大の固定電話企業NTT東日本で最大約100万回線が不通となった（総務省，2011b）。その主な原因は以下のとおりである⁶。

第1に、地震や津波による、通信ビル自体や設備の損壊・水没、中継伝送路の切断、電柱の倒壊、架空ケーブルの切断等、物的な損傷が著しかったことである。

第2に、通信量の大幅な増加により輻輳の危険が発生し、通信各社が最大80-90%の通話規制をかけたことである。

⁴ なお、以下の部分について、構成を考えるにあたり、産業発展論ゼミナールにおける東日本大震災研究「通信・メディア班」（神尾岳之・松本成司・西原大樹）との討論が参考になったので、記して感謝の意を表す。

⁵ ここではユーザの日常感覚を優先し、光IP電話、ケーブルTV回線経由の電話を含めて、家庭や事業所に固定的に設置された電話機をすべて固定電話と呼ぶ。

⁶ 以下、原因の分析は総務省(2011a)(2011b)、瀬戸山(2011)、浅川(2011)、齊藤(2011a)よりまとめた。

第3に、ケーブルテレビ回線や新世代の光ファイバー回線（FTTH）用いた固定電話では電話回線を通じた給電ができないため、停電とともに通話ができなくなったことである。

第4に、停電が長時間にわたり、物理的には無事な収容ビルや中継局でも非常用バッテリーが切れて電源を失ったためである。

さらに、仮に回線が無事であっても、FAX 兼用などの複合機能を持った電話機の中には、停電しただけで使えなくなるものがあった（※）。

固定電話の不通という事態は、年配者には衝撃を与えたと思われる。年配者ほど固定電話に通信手段を頼っており、「停電でも固定電話は使える」という古くからの通念を持っていたからである。

こうした固定電話の不通状況は、4月末までに一部のエリアを除いて復旧した（総務省，2011b）。

3. 2 携帯電話・スマートフォン(移動体通信)

次に移動体通信，主には携帯電話とスマートフォンは、震災発生直後には、津波被害を受けた地域とそうでない地域，さらに長時間停電した地域とそうでない地域で、利便性がはっきりと分かれた。

携帯電話の通信網は、数多くの無人基地局によって支えられている。津波に襲われた沿岸部では、基地局の流失によって通信が不可能になってしまった。

津波に襲われなかった地域では、設備損傷も一部あったものの、通信システムのハードウェア自体は無事であった場合が多かった。しかし、震災発生直後に通話量が急増し、例えばNTT ドコモでは通常の50-60倍に達した。このため固定電話と同じく輻輳の危険が生じ、携帯電話各社は75-90%の通話規制をかけた（瀬戸山，2011:46頁）。結果として、通話は震災発生後ほどなくして非常に困難となった（※）。この状態は東北地方のみならず、首都圏を含む広範な地域で生じた。

ただし、携帯電話・スマートフォンからのインターネットアクセスは、速度低下は見られたものの通話よりはつながりやすかった（※）。メールの送受信も遅延や一部の機能障害はあったものの可能であることが多かった。とくに、携帯電話のキャリアメールに比べて、スマートフォンからのインターネットメー

ルの送受信が円滑にできたようである。

インターネットネットアクセスが可能であったのは、その負荷が音声通話より小さいこと、サーバが被災地以外に存在したこと、そして後述するパケット通信の特性のためである。こうして、メールや災害伝言版による安否確認や最小限の連絡が可能であった。首都圏はこの状態が数日続いた。

しかし、東北地方の停電地域では、3月11日夜半頃になるとメールやネットアクセスが不可能になる地域が広がっていった(※)。その理由は、停電によって基地局が外部電源を失ったからであった。基地局は非常用バッテリーを装備していたが、その持続時間は数時間であり、次々とバッテリー切れを起こしていったのである(浅川，2011)。流失・損壊とバッテリー切れを合わせて、2万9000もの基地局が停波した(瀬戸山，2011:45頁)。この状態は電力の復旧とともに改善した。また移動体通信各社は、津波被害地に移動基地局や仮設基地局、衛星通信局などを設置して回線復旧に努力した。そして、4月末には移動体通信網も固定通信網と同様にほぼ復旧した(総務省，2011b)。

3. 3 公衆電話

固定電話と携帯電話による通話がきわめて困難な状況の下で、これを補ったのは公衆電話であった。公衆電話は被災地域では無料開放され、回線上も優先的な扱いを受けた。被災地では震災発生後数日は公衆電話を最後の音声通話手段とした人が多く、行列をつくって順番を待つ風景が見られた(総務省総合通信基盤局，2011b)。

公衆電話の最大の問題は、近年、設置数が急速に減少していたことであった。全国合計の数値であるが、2000年度末の70万7233台に対して、2010年度末には25万2775台と、10年間で実に35.7%に減ってしまっていた(総務省，2011b)。この背景に携帯電話の普及があることは言うまでもない。しかし、震災後の2011年8月に行われた総務省の調査によれば(総務省総合通信基盤局，2011)，公衆電話の減少を「大いに問題だと思う」または「やや問題だと思う」とした人が59.8%に上っていた。これらの回答理由で大きな割合を占めたのは「緊急時に困る可能性がある」(73.4%)、「携帯電話が使えない時に困る」(63.4%)、「災害時に困る可能性がある」(69.2%)である。なお、従来から行われている同様の調

査でもこれらの項目への回答は過半数となっており，懸念が的中してしまったと言えるだろう。

3. 4 インターネット・SNS・IP 電話

今回，際立ったのはインターネットの柔軟性と頑強性であった。インターネットはパケット通信方式をとっており，ルート選択を自動的に行う。日本ではしばしば「バケツリレー」方式と呼ばれるが，データがノードからノードへ受け渡されていき，最短ルートをノードが選択する。一つの経路が寸断されても，別経路が自動的に選択される。インターネットのこのような技術特性は災害に対する頑強性をもたらしており，今回の大震災でもいかに発揮された。

インターネットが使用可能であれば，フェイスブックやツイッター，ミクシィなどのSNS，さらにスカイプなどIP電話も使用可能である。首都圏のように，震災直後に固定電話・携帯電話に通話規制がかかったが停電はしなかった地域や，被災地でも早期に電源が回復した地域では，PCからインターネット回線を用いてのIP電話利用が，公衆電話に次ぐもっとも有効な音声通話手段となった。また，通信各社は被災地での公衆無線LAN接続スポットを無料開放した。このため，停電が起きなかった地域や電力が回復した地域では，スマートフォンやモバイルPCから無線LANを経由してインターネットに接続しやすくなった。

要するに，電源が確保できる状況下では，音声通話の困難を，携帯電話・スマートフォン・パソコンからのインターネットアクセスによって補うことが可能であった。首都圏発信の文書ではこの側面が強調されていることが多い。

しかし，被災の程度が大きい地域では，大きな問題が二つあった。第1に，インターネットといえどサーバが被災すれば，そのサーバに依存した機能は使えなかったということである。自治体や法人が事業所にサーバを設置している場合，そこが被災して停電したり，サーバが損傷したりするとシステムはダウンするのであり，実際に今回，こうした事態は東北・北関東地方で広範に発生した。東北大学がそうであったように，法人アカウントのメールも使用不能になった(※)。使用者が従業員の法人メールアドレスのみを把握していて，それ以外のアドレスを把握していない場合には，安否確認上，大きな問題が生じることになった。この事態を防ぐことができたのは，津波被害を受けず，非常用

図表 6-1 停電時におけるインターネットアクセスの可能性

		端末種別			
		デスクトップ PC	ノート PC	携帯電話	スマートフォン
アクセス方法	イーサネットを介した法人 LAN 接続	×	×	—	—
	FTTH	×	×	—	—
	ADSL	×	×	—	—
	ダイヤルアップ	×	○→長時間停電で×	—	—
	公衆無線 LAN ⁷	—	基地局のバッテリー次第	—	基地局のバッテリー次第
	携帯電話等からの 3G 回線接続	—	○→長時間停電で×	○→長時間停電で×	○→長時間停電で×
端末充電・給電に関する条件		UPS があれば短時間は給電可能で，ノート PC と同様の条件	バッテリー残量が必要条件。充電は非専門家には困難。	バッテリー残量が必要条件。充電は市販の電池式充電器で可能。	バッテリー残量が必要条件。充電は市販の電池式充電器で可能。

注：施設・設備の物理的損壊がないことを前提としている。

出所：各種資料から筆者作成。

⁷ 3G ネットワークの基地局がバッテリー切れにより停波したことは，いずれのキャリアにも共通であり，かつ大量現象であったため，本文や表 1 のように事実関係を断定できる。しかし，高速無線通信については，アクセスポイントや基地局の状態が多様であったと思われる，現時点では「基地局のバッテリー次第」であったとしか述べることができない。

発電機を備え、そこに停電終了まで十分な燃料を確保できていた自治体や法人であった。また大規模インターネット・サービス・プロバイダの場合、サーバが被災地に集中していることはほとんどなかったため、そのアカウントは問題なく使用できた（※）。

第2に、被災し、かつ停電した地域では、電源喪失がインターネットへのアクセスを阻む高い障壁となったことである。停電によりデスクトップPCは利用できず、また仮にノートPCが利用できたとしても、電話回線が損壊や長時間停電によりダウンしているとFTTH(家庭からの光ファイバーケーブルによるアクセス)、ADSL(一般アナログ回線を用いたブロードバンドアクセス)（※）、ダイヤルアップによるアクセスは不可能であった。

停電した被災地域におけるもっとも簡便で主要なインターネットアクセス方法は、前述した携帯電話・スマートフォンからのアクセスであったと思われる。筆者自身はノートPCと3Gモバイルカードを利用したが、これも携帯電話の3Gネットワークを利用するものであった。より高速な無線通信技術規格による接続の場合も、回線の性質は異なるものの基地局に無線でアクセスすることは同じであった。これらの方法は、前述のように本震直後はある程度有効に機能した。しかし、停電が長引くとともに困難に陥ったのである（※）。首都圏の現象のみに目を奪われず、「サーバの被災」と「電源喪失によるアクセス困難」がいかに深刻であったか直視すべきであろう。

なお、停電時におけるインターネットアクセス可能性について、アクセス方法と端末種別によって整理すると図表6-1のようになる。

3. 5 衛星電話

衛星電話は通信衛星と電話機が直接通信するものである。地上設備が少ないため、東日本大震災の際も使用することができた。自治体や報道機関、企業では重要な役割を果たしたと思われる。例えば、宮城県女川町の離島、出島では、町から配備された衛星電話が唯一の通信手段となって救助要請を出すことができた（『河北新報』2011年6月8日付）。しかし、料金が高いため、個人での利用にはハードルが高く、自治体・企業でも契約数は限られているとみられる。

3. 6 企業における情報システムの被災状況

ここまでは双方向通信システムを切り口にしてきたが、次に、企業における情報システムの被災状況をみよう。通信途絶と一部重複するが、システムダウン、データ喪失が重要な争点である。

矢野経済研究所が2011年5月に行った、日本全国の売上高1億円以上の企業(600社回答)に対するWebアンケート調査によれば⁸、大震災に伴う情報システムのトラブルが発生した企業が3割、トラブルが起きなかった企業が7割であった。ただし、大規模なトラブルが発生した企業はアンケートに回答できる状態ではなかったであろうから、実際にはより高い比率でトラブルが発生したものと思われる。

本震直後の被害状況を『日経コンピュータ』誌がまとめたものからみると(日経コンピュータほか編, 2011), 被害がもっとも深刻だったのは沿岸部の自治体であった。一部の自治体では津波によりサーバが損壊し、当該サーバに保管されていたデータが一部失われ、またシステムが使用不可能になった⁹。データが消失したかどうかについては、複製データが保管されているかどうか、またどこに保管されているかによって異なっている。両極端の例をあげると、住民基本台帳の基本情報は総務省が複製データを東京都内に一括保管しているため無事であったが、課税、生活保護、印鑑登録、国民健康保険のデータは複製がないか、同一拠点に置かれているため、サーバの損壊に伴って失われてしまった危険がある。

地方銀行は広範囲でATM(現金自動預け払い機)が使用不能になったものの、勘定系システムは無事であった。また全国展開している大手流通企業も、本部系システムを首都圏などのデータセンターで運用しているために被害はなかった(玉置ほか, 2011:36-37頁)。しかし、東北に本拠を持つ事業者では被害が出た例もあった。例えば、東北6県の生活協同組合が加盟している生活協同組合連合会コープ東北サンネット事業連合では、基幹業務システムを仙台市内にある外部業者のデータセンターに集約していたため、その被災によりシステム

⁸ 正確には「Webサーベイ協力者として登録する、売上高1億円以上の企業に勤務し(もしくは経営し)、かつ、社内情報システム全般について選定ないし最終決裁を担当する人」が対象である。矢野経済研究所(2011)7-8頁。

⁹ 以下、この段落の終わりまで玉置ほか(2011)36頁を参照した。

が全停止した（日経コンピュータほか編，2011）。ただし津波に襲われたのではなく，揺れでラックが倒れたこと，無停電電源装置の供給可能時間を超える長時間の停電により電源を喪失したことが原因であり，電力供給の再開後に復旧させることができた。

3. 7 人的要因

通信システムのハード・ソフトウェアは完全自動で作動してくれるわけではない。非常時に誰が誰に，いつ，何を，どうやって連絡するかは，人的要因に依存しているのである。自治体や法人は事業継続計画（BCP）を整えている必要があるし，災害対策マニュアルを整備し，それにしたがって行動することが必要である。もちろん，想定外の事態に対する現場での判断も求められる。日本では，これらの対策を準備しておくことの必要性は従来から叫ばれていたが，後述するように，今回の大震災に当たっては，企業のBCPは半数以上の企業で策定されていなかった。このため，人的要因に起因する混乱や，不十分な対応も発生した。もっとも単純なレベルで言えば，停電が長時間にわたった地域では，法人が，従業員の会社アカウント以外のメールアドレスや携帯電話番号，キャリアを把握していたかどうか，電器店ですぐ購入できる携帯電話充電器を普及させておいたかどうか，安否確認メールは誰が出して，結果はどこへどうやって報告するか決めておいたか，等により安否確認の明暗はわかれたのである。

4 東日本大震災後の災害対策ソリューション市場

4. 1 次なる大地震に備えて

東日本大震災後の日本でのICT投資動向を見ておこう。

日本経済新聞社がまとめた設備投資動向調査（修正計画：1426社対象）によると（『日本経済新聞』・『日経産業新聞』2011年12月5日），全産業の2011年度設備投資は，前年度実績比14.4%増の22兆697億円となっている。このうち情報技術関連投資は前年度実績比14.8%増の5790億円となっており，おおむね全体と連動して増加傾向を見せている。

また矢野経済研究所は、震災直後の4月および5月には国内IT市場規模が2011年度は前年度比0.4%減になると予測していたが(矢野経済研究所，2011a:4頁)，その後のアンケート調査により，10月の発表では2.0%増の10兆9580億円と予測を上方修正した(矢野経済研究所，2011b)。

欧州危機の顕在化やタイの洪水被害といった不安定要因はあるものの，総じて日本企業の投資は設備投資，ICTを含めて冷え込んではいないとみてよいだろう。問題は，これらの投資が東日本大震災の教訓を活かしたものになっているかどうかである。

日本で行政やビジネスを営む限り，近い将来に再び大地震に遭遇するリスクを考慮しておかねばならない。情報・通信システム被災の観点から言えば，とくに警戒が必要なのは，首都直下型地震，東海地震，東南海地震，南海地震である。文部科学省に設置された地震調査委員会の予測によれば，これらの地震が2011年1月1日から30年以内に発生する確率はそれぞれ70%程度，87%(参考値)，70%，60%であり，想定規模はそれぞれM6.7-7.2，M8程度，M8.1前後，M8.4前後とされている(地震調査研究本部地震調査委員会，2011)。今回の東北地方太平洋沖地震のように，二つ以上の震源域が連動した地震となることもありうる。例えば，東南海地震と南海地震が連動した場合はM8.5になると予想されている。

これらの地震は東京，名古屋，大阪といった，行政の中核，また日本企業の本社や製造拠点が集中している地域に重大な被害をもたらす危険性がある。東日本大震災は，前述の通り通信途絶という側面では甚大な被害をもたらしたが，省庁中央・大企業の基幹系システムはほとんど無事であった。東京や大阪を大地震が襲った場合にはより厳しい状況が発生する。今回の教訓を活かしたBCPの策定が求められている。

4. 2 災害対策ソリューション事業の現状と課題

東日本大震災を受けて求められるICTソリューションは，来るべき災害に直接立ち向かうものと，災害を教訓とする復興や経済改革に対応したものに分かれる。後者にはスマート・グリッドなど非常に広範囲のものが含まれるため，ここでは前者に限ってみよう。

災害対策ソリューションとしては、BCP 全般、在宅勤務システム、バックアップ、安否確認システム、節電対策などがあげられる。ここでは、非常時にまずとりくまねばならないこととして、BCP 全般とバックアップを取り上げる。

日経 BP コンサルティングが 2011 年 5 月に行った日本国内企業の情報システム部門勤務者を対象とする調査（有効回答数 705 件）によれば、3 月 11 日時点での勤務先 BCP が「きちんと用意されていた」のは 12.1% 不足であり、「まあ用意されていた」の 32.6% とあわせても半数に満たなかった。特に企業規模が小さいほど、準備がなされていなかった。1000 人以上の企業では上記 2 つの回答の合計が 64.1% に達したのに対して、10-299 人の企業では 28.0% であった（松井，2011:126-127 頁）。また、矢野経済研究所の Web アンケート調査によれば、大震災前に BCP を策定していた企業は 2 割程度、BCP を策定していなかった企業のうち、震災後に策定した、または策定したいという姿勢を取っている企業は 45% 前後であった。そして、規模の大きな企業ほど BCP を策定していたし、また策定意欲も強いという結果であった（矢野経済研究所，2011:45-48 頁）。

日経 BP コンサルティングが、今後 BCP や ICT 継続稼働の強化にあたって利用が進むシステム分野について企業の情報システム部門に対して調査を行ったところ、製造業と流通業の回答上位 5 点は図表 6-2 のようになった。

これらの手段に共通するコンセプトは、バックアップの確保、電源の確保である。その手段としては、クラウド・コンピューティングが震災以前より注目を集めることになるだろう。実際、同調査では ICT について「A: 自社で所有」か「B: ベンダー提供サービスや環境を利用」かという方針を尋ねたところ、「B」または「やや B」が大震災前は 13.2% にすぎなかったものが、調査時点では 21.6% に増えていたのである。表 2 とあわせてみると、製造業では自社保有のバックアップが強調され、流通業ではクラウド・コンピューティングが強調されていることも注目される。とはいえ、「A」または「やや A」という回答が調査時点でも 49.7% であり、「所有から利用へ」の流れが一気に加速しているとはいえないようである（松井，2011:127-128 頁）。

図表 6-2 今後 BCP や ICT 継続稼働の強化にあたって利用が進むシステム分野に関するアンケート調査結果

	製造 (N=273)	流通 (N=98)
1 位	サーバ等の分散化，別拠点バックアップ (54.9%)	サーバ等の分散化，別拠点バックアップ (48.0%)
2 位	ネットワーク二重化，バックアップ回線 (35.9%)	クラウド・コンピューティング関連 (34.7%)
3 位	自家発電装置 (ICT 機器用) (32.2%)	データセンター・サービス (31.6%)
4 位	データセンター・サービス (31.5%)	無停電電源装置 (23.5%)
5 位	クラウド・コンピューティング関連 (29.3%)	リモートアクセス環境の用意 (23.5%)

出所：松井(2011)127頁の図をもとに作成。

次に、BCPの一環として、とくにバックアップに注目する。矢野経済研究所の上記調査によれば、大震災前から基幹システムのバックアップを行っていた企業は8割程度であり、行っていなかった企業の大半は売上高50億円未満の企業であった(矢野経済研究所，2011:53頁)。

注目すべきは、バックアップを行っていた企業のバックアップ拠点は、6割が基幹システムと同一のビル・建物にあり、1割5分が30キロ未満程度の別拠点にあったということである。海外にあるという回答は2%未満であった(矢野経済研究所，2011:58頁)。東日本大震災の被災地域が広範なものであったことから見ると、次に来る大地震に対して脆弱な状態にあると言わねばならない。そのためか、国内遠隔地へのバックアップニーズは比較的高く、大震災後に開始したとする回答と希望するとする回答を合わせると半数近くになる。ただし、これは企業規模によって差があり、おおむね大規模企業ほど遠隔地バックアップを希望する傾向が強い(矢野経済研究所，2011:61-63頁)。一方、海外へのバックアップについては、大震災後に開始した、または希望するという回答を合

わせても10%に満たない。ただし、売上高1000億円以上の企業に限ると3割近くとなっており、一部の大企業には強いニーズがあると言えそうである（矢野経済研究所，2011:64-65頁）。

国内遠隔地や海外へのバックアップは、今後さらに必要とされるかもしれない。その理由は、東日本大震災という実例を前にして、東海地震・中南海地震・南海地震が連動して生じることへの懸念が強まっていることである。例えば、関東地方の企業が関西地方のデータセンターを利用する動きについて時折報道されるが、これは東京と大阪が同時に被災する危険性を織り込んでいないと言わざるを得ない。やがて、より広範な分散が課題とならざるを得ないであろう。北海道などでのデータセンター開設が話題となっているが、もっともなことである。

以上のように日本のBCPや、その一環としてのバックアップは、それなりに進展し、ICTサービス業にも事業機会を生み出すものと予想される。しかし、市場開拓の可能性はまだ汲みつくされていない。とくに、中小企業では、BCPに割く予算も時間もないままに次の大地震を迎えてしまう危険もある。中小企業が導入しやすい、低コストで使い勝手の良いBCPやバックアップ、そのためのICTサービスの開発と普及が求められている。

5 くみ取るべき教訓

東日本大震災で被害を受けた各種情報・通信システムは、津波の被害が甚大な地域を除けば、4月末にはほぼ復旧した。しかし、この被害からくみ取るべき教訓は大きい¹⁰。

5.1 分散型バックアップ

第一に、地理的に分散したバックアップ・システム、バックアップ・データを持つことの重要性である。このことは専門家レベルでは常識であるが、今回

¹⁰ 浅川(2011)は被災者が望む情報通信技術として「①停電下でも3日間は通信インフラを延命させてほしい，②リアルタイムの音声通話機能を維持してほしい，③緊急時に使う機器は、子どもから高齢者まで誰でも使える使用にしてほしい」とまとめている。本稿と視角は違うが重要な指摘である。

は基幹系システムの被災が目立たなかったために、経営者全般や一般市民には必ずしも認識が広がっていない。しかし、東京、名古屋、大阪などが大地震に見舞われた場合を想定した準備が不可欠である。

物理的破壊や停電の下でも、遠隔地にバックアップがあれば、システムは維持可能である。今回、インターネットの頑強性が明らかになったので、遠隔地のサーバにアクセスしながら業務を継続することについては、ある程度の展望がもてる。逆に、バックアップがなければシステムはダウンするし、場合によってはデータも失われるのである。

地域的に分散させたデータやサーバのバックアップについては、技術的には十分に実行可能である。問題はコストとパフォーマンス、リスクの見積もり方であろう。一方では、決してダウンさせてはならない大規模システムを防衛すること、他方では資金と時間に余裕のない中小企業が使いやすいシステムを開発することが求められている。

5. 2 独立型電源

第二に、商用電源から独立した電源を確保することの重要性である。メール送受信もバックアップ・システムの利用も、ネットワークにアクセスできてのことであり、そのためには端末、中継、サーバの各所において電源が欠かせない。ところが今日の日本では、平常時において商用電源が安定しているために、停電時のことが忘れられがちである。東日本大震災はこの忘却を衝いた。被災地では、長時間停電により、多くの市民がノートPC、携帯電話、スマートフォンの充電手段を失ってバッテリー切れを起こした。そして移動体通信ネットワークもしばらくはもちこたえたものの、基地局のバッテリー切れとともに使用不能になった。そして首都圏では、わずか（と敢えて言う）数日の、1回あたり数時間の計画停電によって業務と生活に多大な混乱が生じた。しかし、来たるべき震災においては、大都市圏が主要被災地となり、施設・設備の損壊や長時間停電の脅威にさらされることを想定して対策を立てねばならないのである。

独立型の電源については、通信業者側での技術開発を含めた対策、通信インフラストラクチャの一段の強化が必要である。さしあたり、多くのユーザが依存する移動体通信ネットワークについて、今回致命傷となった基地局のバッ

テリ一切れ停波を防ぐ措置が必要であろう。例えば非常用電源の大容量化，大容量電源を備えた大規模基地局による既存の基地局に対するバックアップ，持ち運びが可能な電源装置の配備，基地局設備の省電力化等への取組が求められるし，実際にもすすめられている。（瀬戸山，2011:52 頁）。商用電源，バッテリー，太陽光発電を組み合わせた基地局にも注目が集まっている（滝沢・堀越，2011:50 頁）。

このような技術面での努力は高く評価される一方，移動体通信各社が，東日本大震災後も，「停電の際につながるか，使えるか」をマーケティング上の争点とすることなく，従来と変わらぬ広告・宣伝を続けていることは，不適切なそしりを免れないだろう。

他方で，ユーザ側でも大がかりな法人向けのものから世帯・個人レベルで準備可能なものまで，必要性和コストを踏まえながら準備しておくべきであろう。具体的には，大がかりなものから順に非常用自家発電機，太陽光発電システム，家庭用蓄電池，無停電電源装置，電気自動車，コンセントつきガソリン自動車，ノート PC，携帯電話の充電器，乾電池などとなる。

これらの備えについて，政策的支援が必要なものから個人の心がけレベルで可能なものまで体系的に進めることが必要である。食料確保が防災の必須の課題であるように，電源確保もまた必須なのである。

5. 2 通信手段の複々線化

第3に，通信手段の多様化であり，西田・斎藤(2011)の巧みな表現を借りるならば複々線化である。電源と同様に，単一の通信手段に頼ることは，災害時には危険だからである。

このために必要かつ技術的には何の困難もなく可能な対策は，公衆電話の削減をただちに中止し，むしろ災害時に備えて増設することである。東日本大震災では，公衆電話が音声通話の最後の手段となり，また IT 機器になじみのない人々にとって唯一の通信手段となった。公衆電話は，災害時にユニバーサル・サービスを維持するための強力な手段であり，携帯電話が普及したからと言って取り除いてはならないのである。これは公共政策として進める必要がある。

幸い，他の技術的手段については，通信技術の進歩とともに，複数の音声通

話方法，複数のインターネットアクセス方法を法人・個人が確保することもそう難しくはなくなっている。複々線化は，基本的にはビジネスと公的な啓発を組み合わせれば可能であろう。ただし，高齢者や病人，とくにその両方である場合など，「通信弱者」になりやすい人々への ICT 利用の拡大については，防災という観点を加え，これまで以上に公共政策として取り組まねばならないだろう。

6. おわりに

東日本大震災を受け，日本において災害に強い社会，持続可能な社会をめざす動きが強まることは確実であり，情報・通信システム分野においてもそれは同様である。しかし，どこまで強まるか，どのような速度でそれが進むかは，不透明である。ICT サービス産業はすでに活発に動いており，技術進歩とビジネスによって解決される部分もあるだろう。しかし，それだけに事態をゆだねることはできない。ことはインフラストラクチャやユニバーサル・サービスに関わっているからであり，そして，大地震は必ずまた日本列島を襲うからである。政府・自治体の防災政策における，情報・通信システム分野の充実が不可欠であろう。

参考文献

- ・浅川直輝(2011)「崩壊した通信インフラ 災害に強いネットワークとは」『日経エレクトロニクス』2011年5月30日号。
- ・齊藤貴之(2011a)「なぜ震災直後より2日後のほうが電話がかからない？」(日経コンピュータほか(2011)所収)。
- ・齊藤貴之(2011b)「震災にまつわるネットワークの疑問」(日経コンピュータほか(2011)所収)。
- ・地震調査研究本部地震調査委員会(2011)『今までに公表した活断層及び海溝型地震の長期評価結果一覧』11月25日現在 (<http://www.jishin.go.jp/main/choukihyoka/ichiran.pdf>)。

- ・瀬戸山順一(2011)「東日本大震災における情報通信分野の主な取組：被害の状況・応急復旧措置の概要と今後の課題」『立法と調査』第317号，参議院調査室，6月1日。
 - ・総務省(2011a)「停電の際の固定電話サービスの利用について」3月14日 (http://www.soumu.go.jp/menu_kyotsuu/important/42182.html)。
 - ・総務省(2011b)『平成23年版 情報通信白書』8月。
 - ・総務省総合通信基盤局(2011a)『公衆電話の利用動向に関する調査について』10月 (http://www.soumu.go.jp/main_content/000131659.pdf)。
 - ・総務省情報通信基盤局(2011b)『被災地6市町村における公衆電話の利用動向調査結果』11月 (http://www.soumu.go.jp/main_content/000134959.pdf)。
 - ・滝沢泰盛・堀越功(2011)「9割が回復した通信インフラ 事業者の緊急復旧策も“未曾有”」(日経コンピュータほか(2011)所収)。
 - ・玉置亮太・小笠原啓・吉田洋平(2011)「持ちこたえた自治体，流通，金融 製造業はダメージ，被害に差」(日経コンピュータほか(2011)所収)。
 - ・西田宗千佳・斎藤幾郎(2011)『災害時 ケータイ&ネット活用 BOOK 「つながらない！」とき、どうするか?』朝日新聞出版。
 - ・日経コンピュータほか(2011)『ITで実現する震災・省電力BCP完全ガイド』日経BP社，2011年7月。
 - ・松井一郎(2011)「“ポスト3.11”時代のICT利用意識調査 『集中から分散』『所有から利用』へ変化」(日経コンピュータほか編(2011)所収)。
 - ・矢野経済研究所(2011a)『東日本大震災後の災害対策ソリューション市場』6月。
 - ・矢野経済研究所(2011b)「国内企業のIT投資に関する調査結果2011」10月 (<http://www.yano.co.jp/press/pdf/849.pdf>)。
- ※インターネット・リソースは2011年12月15日にすべて所在を確認した。