

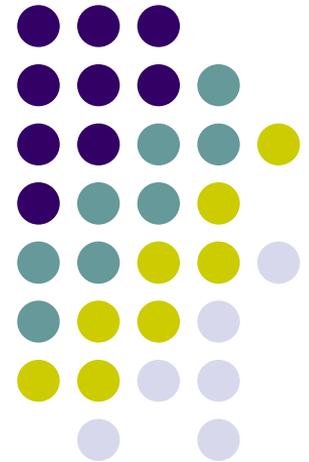
東日本大震災における情報・通信システムの被害とその教訓

2012年5月31日

特別講義「震災復興と東北経済」

東北大学経済学部

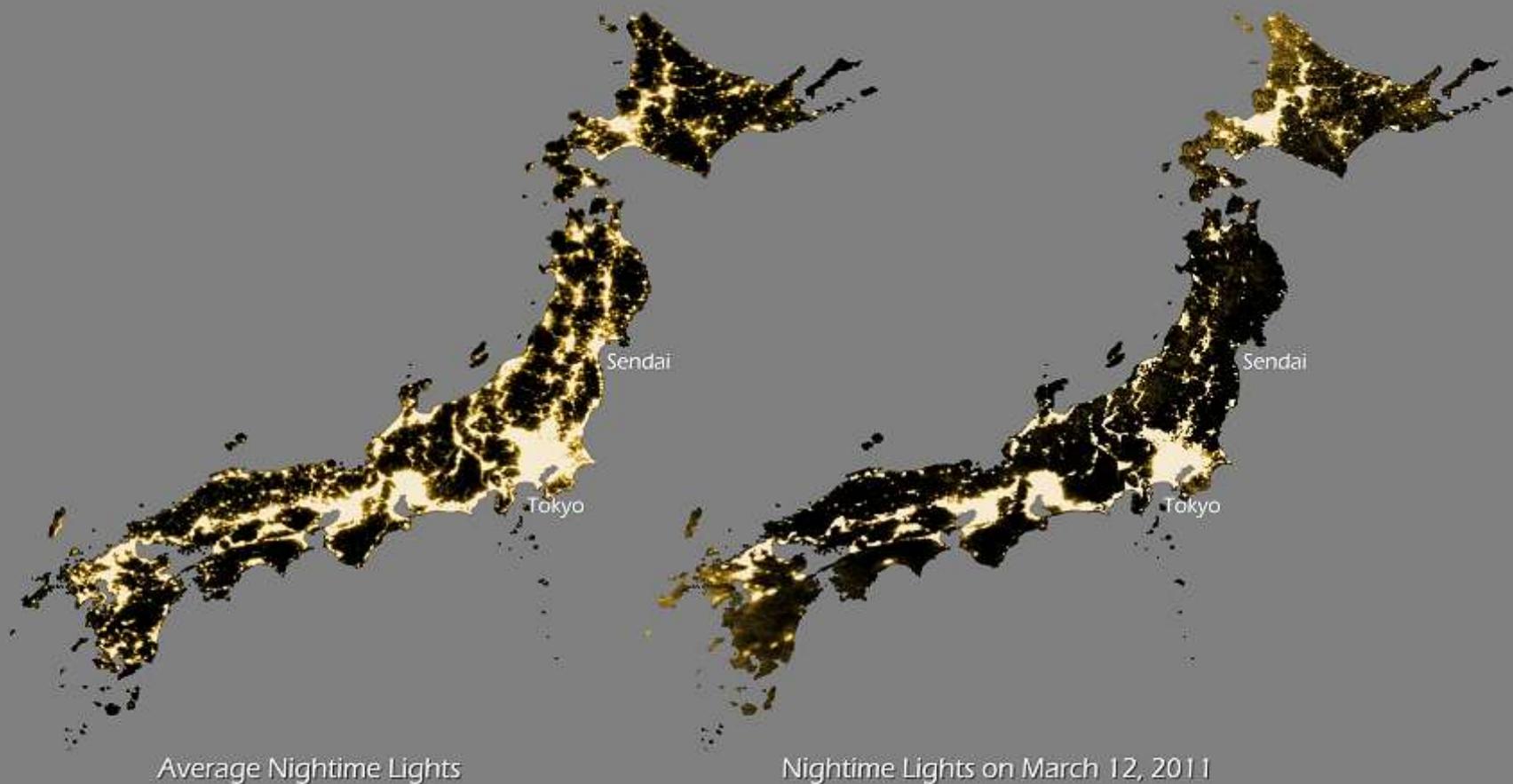
川端望



問い合わせ先: kawabata@econ.tohoku.ac.jp



長時間停電で暗闇となった東北地方



アメリカ海洋大気圏局 (NOAA) が公開した、東日本大震災前後の衛星写真。
出所: NOAAウェブサイト。



課題と視角

- 課題：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
- 視角：企業および一般ユーザの視線から見た被害の特徴とその教訓を導き出すこと。被災による通信困難を中心に論じる。
 - 西田・斎藤[2011]のサブタイトル「『つながらない！』とき、どうするか？」は言いえて妙
- 対象：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。



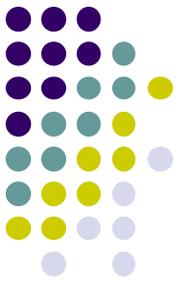
先行研究について

- 工学系の検討(『電子通信情報学会誌』Vol.95、No.3、2012年3月の特集など)、政府機関によるもの(総務省[2011b]、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[2011])、専門ビジネス誌によるもの(浅川[2011])、個人の調査研究(瀬戸山[2011]、村井[2011])。
- 工学系の研究:通信技術面の検討が強く、一般ユーザからの視点が弱い傾向。
- 人文社会系の研究や報道
 - 首都圏の被災状況を念頭に置いている
 - 帰宅難民、計画停電に対して長時間停電への問題意識が弱い
 - システムが正常に機能したかよりも、どう機能したか(フェイスブックやツイッターの活用、デマ問題)などに重点



以後の構成

- 一つの安否確認行動事例から
- 通信網寸断の実態に関する考察
- 大震災後の災害対策ソリューション市場
- くみ取るべき教訓
- おわりに



一つの安否確認行動事例から

本震直後の経済学研究科・文科系 キャンパスの状況



(左)本震直後の川端研究室



(右)中庭に集まってきた教職員・学生



(右)マニュアルにより荻ホール前に移動

いずれも2011年3月11日に川端撮影。



被災・緊急連絡・帰宅

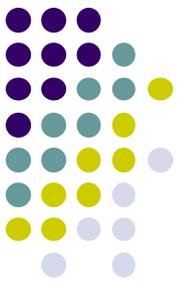
- 2011年3月11日、川端は研究室で被災
 - 停電。PC、ディスプレイは奇跡的に無事。バックアップ用ハードディスクが損壊
- 東北大学川内南キャンパスでは建物倒壊はなし。
- 直後の家族等への連絡
 - 携帯通話(ソフトバンク)ほとんど不可
 - 携帯キャリアメール送受信可能。ただしまもなく遅延し始める
 - 携帯ネットアクセス、Yahooケータイ災害伝言版登録可能
- その場で教職員打ち合わせの上帰宅
 - 安否確認方法・相互連絡方法についての打ち合わせはできなかった
 - ラジオによりJR、バスの運行停止確認。闇を手回し式懐中電灯で照らしながら帰宅



停電下の安否確認開始

- 12-13日は土日。単独行動で、ゼミ生の安否確認をどうやって行う？
 - 停電
 - 固定電話音声通話不能
 - しかもFAX・コピー複合機なのでAC電源ないと使えない
 - 携帯電話音声通話不能
 - ネットアクセスしかない！どうやって！
- 二つの可能性を検討
 - 携帯メール：Nokia製旧式スマホで電池式充電器がないので、電源が切れたら読めなくなる→×
 - ノートPCのバッテリー残＋3G通信カード：大学アドレスはだめでも@niftyアドレスは使える→○
- 11日夜、インターネットと@niftyサイトにアクセス成功。安否確認メール送信(19時44分)
 - ドコモの携帯3Gネットワークを利用

当日の命綱だったノートPCと3G通信カード



(左) b-mobile 3Gデータ通信カードをUSBポートに挿したノートPC。
3月11日夜の状態を再現した写真。



謎の通信不能と対策

- 12日に親族の安否確認。
 - 携帯、固定電話通話不能
 - 公衆電話に行列
- 12日、自宅の携帯からも3G通信カードからもネットアクセスできなくなる
- 13日朝、仙台市中心街で電力回復とのニュースを確認し、出向いたところそこら中にタップが出されていて、おおぜいが携帯を充電
 - 携帯、PCを充電し、安否確認を継続。16日に完了。

3月13日の仙台市中心部



(左)2011年3月13日、仙台市中心部のアーケード街で充電中の市民。手前のノートPCが川端のもの。川端撮影。



(右)2011年3月13日、仙台市中心部のアーケード街の様子。電力が復旧し、開いている店もいくつかあった。川端撮影。

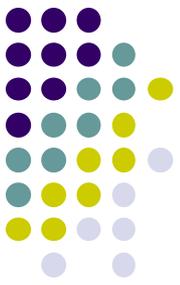


研究科のシステム回復から組織的行動へ

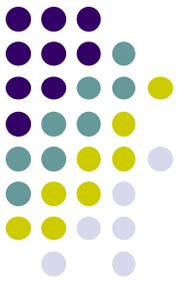


- 研究科のシステムは停電とともに停止。ただし安全に。
 - サーバラックは堅牢
 - ICTルームスタッフはUPS(無停電電源装置)が動いている間にシステム正常終了に成功
 - Campus Communityのバックアップサーバは起動できず
 - 自動切り替えシステムがあった
 - 予算不足でバックアップも市内に
- 14日(月)午後、研究科の電力回復、システム正常に再稼働
- 緊急課題: 研究科長から学生へのメッセージ。大学が機能していることを知らせ、安否を確認。連絡確保。
 - 大挙して帰国し始めた留学生向け
 - 研究科・学部の全学生向け
- 教員からの連絡、掲示板システムCampus Community₃と専用電話を併用した組織的安否確認に移行

研究科・学部の安否確認システム 改善



- 緊急地震警報システムの設置
- 教職員向け・学生向けマニュアル、フローチャートの作成
- 教職員防災隊の体制整備
- 教員・学生の連絡網作成
- Campus Communityバックアップサーバの遠隔地への移動(予算獲得のため模索中)



通信網寸断の実態に関する考察

通信途絶はなぜ起こったか(1) 固定電話



- 「停電でも固定電話は通じる」という通念を覆す不通状態の発生
 - 100万回線(NTT東日本)不通(総務省資料)
 - 原因
 - 地震・津波による設備・施設の物的損傷
 - 輻輳の危険により、最大80-90%の通話規制
 - FTTH(家庭の光ファイバー回線)は停電とともに通話も停止
 - 長時間停電により、収容ビル・中継局の非常用電源が枯渇
 - FAX等の複合機能を持った電話機の一部はAC電源必要
 - 4月末までに一部エリアを除き復旧

通信途絶はなぜ起こったか(2a) 携帯電話・スマホ(移動体通信)



- 津波により基地局が流出したり、收容ビル・中継局が損壊した場合は使用不能。
- 通話は通話規制により困難(固定電話に同じ)
- メール送受信、インターネットアクセスは可能
 - 後述する回線特性による
- しかし、停電地域では3月11日夜半からネットも次々アクセス不能に
 - 基地局が停電→非常用バッテリーに切り替え→バッテリー切れ
 - 携帯基地局は大手3社で14186局停波。うち8割は電源切れによる(『AERA』臨時増刊No.18、2012年4月25日号)。
- 4月末までにほぼ復旧
 - 施設が無事だった地域では電力復旧とともに回復
 - 津波被害地に各社が移動基地局、仮設基地局、衛星基地局などを設置

通信途絶はなぜ起こったか(2b) 携帯電話・スマホ(移動体通信)



被災下における携帯電話・スマホの利用を左右した条件

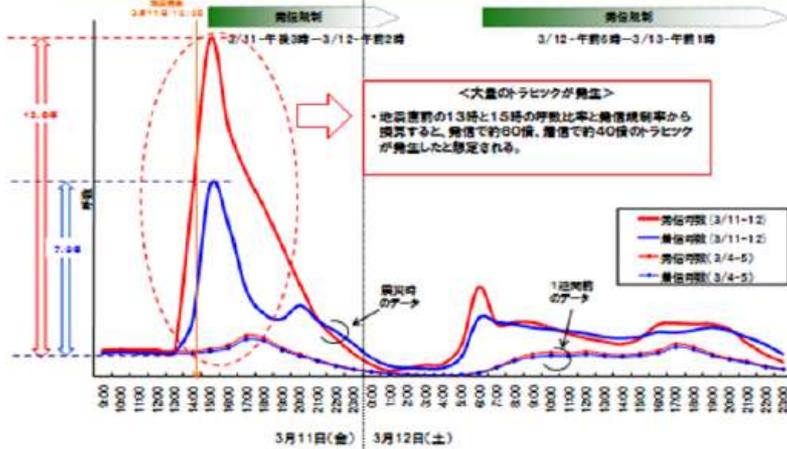
		津波被害・設備損傷	
		有	無
長時間停電	有	基地局流失、収容ビル・中継局損傷により使用不能(東北沿岸部)	通話規制により通話困難。ネットアクセス、メール送受信は当初可能だったが数時間から十時間ほどで不通に(東北内陸部など)
	無		通話規制により通話困難。ネットアクセス、メール送受信は可能(首都圏など)

トラフィック急増の実態 (NTTドコモ)



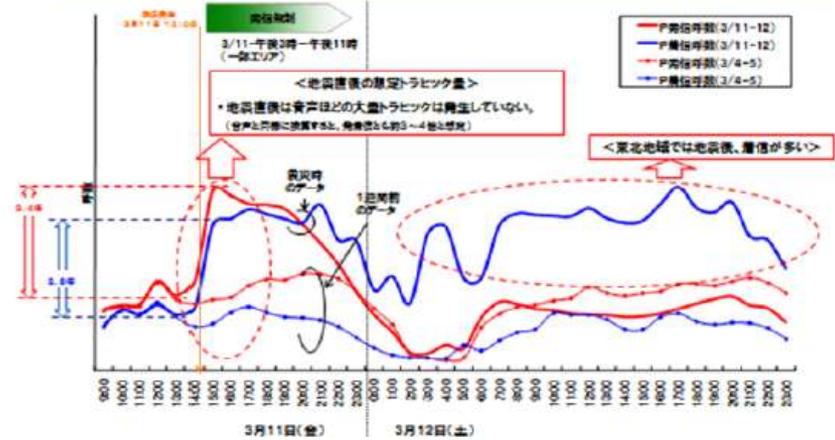
(1)-① 東北地域における音声トラフィック状況

- 大量のトラフィック(地震直前と比較して約80倍(発信))が発生。発信規制を実施。



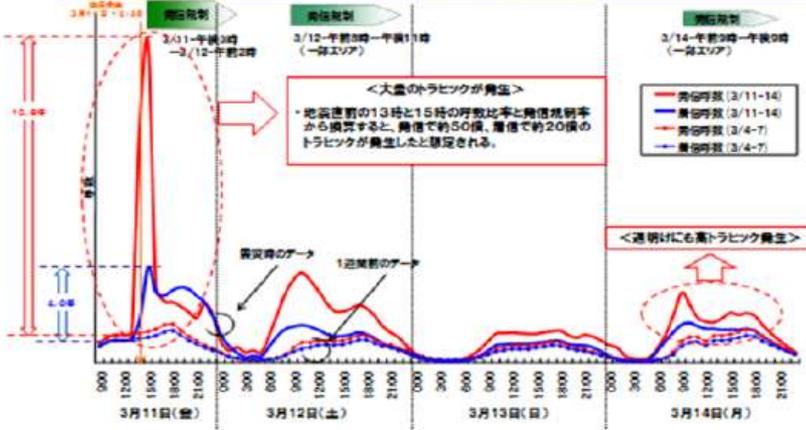
(2)-① 東北地域におけるパケットトラフィック状況

- パケットについては、音波ほどには多くのトラフィックは発生していない。



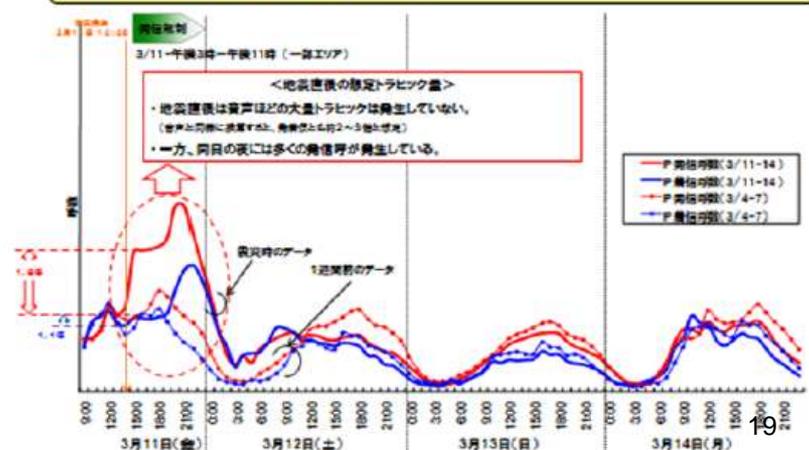
(1)-② 東京23区内における音声トラフィック状況

- 大量のトラフィック(地震直前と比較して約50倍(発信))が発生。発信規制実施。
- さらに、翌明けの月曜日(14日)にも多くのトラフィックが発生し、発信規制を実施。



(2)-② 東京23区内におけるパケットトラフィック状況

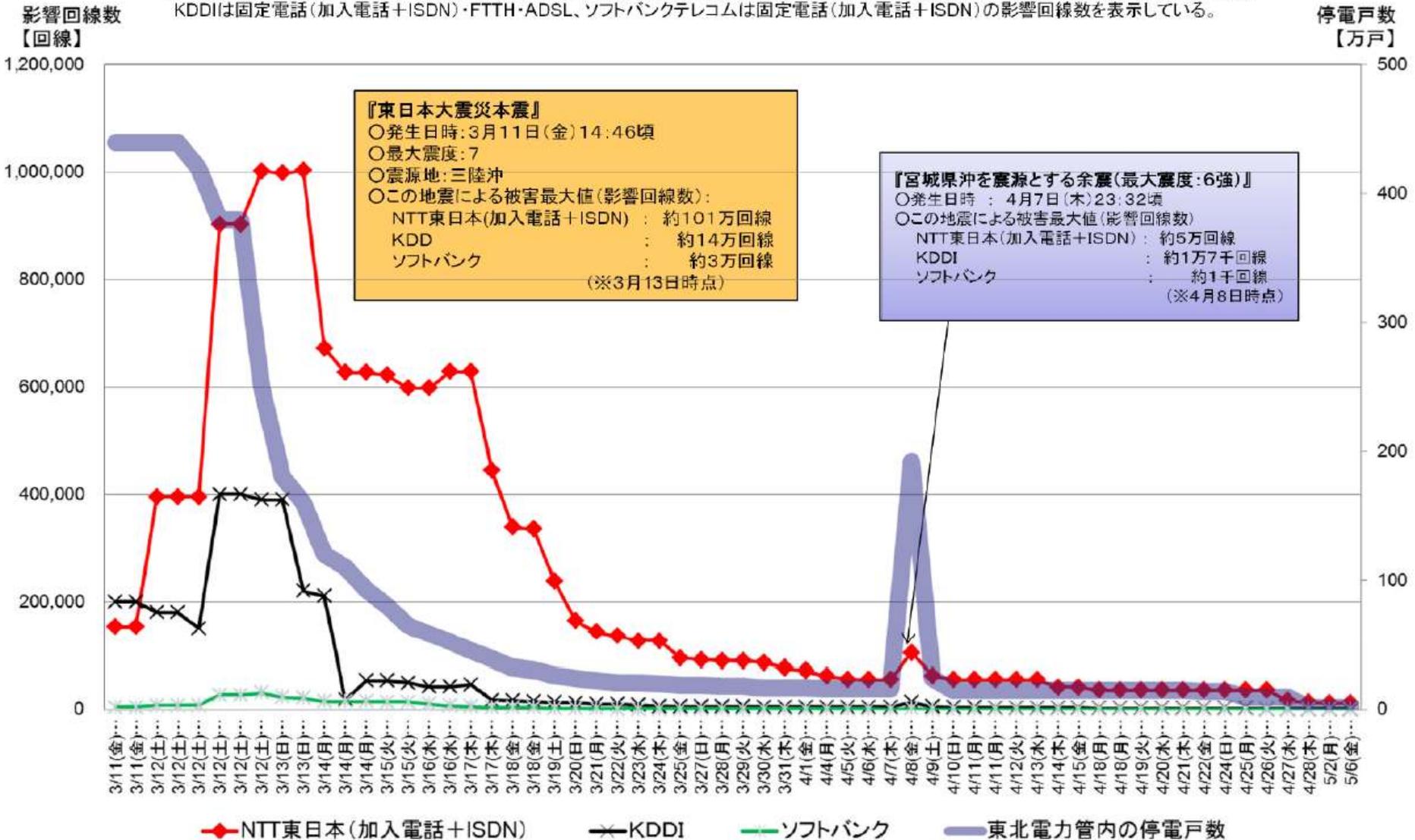
- パケットについては、音波ほどには多くのトラフィックは発生していない。
- 翌明けの月曜日(14日)は、平日とほぼ同等に収束。



固定電話の影響回線数推移



注 総務省が電気通信事業者から報告を受けた内容に基づき、総務省が独自に作成したものであり、NTT東日本は固定電話(加入電話+ISDN)、KDDIは固定電話(加入電話+ISDN)・FTTH・ADSL、ソフトバンクテレコムは固定電話(加入電話+ISDN)の影響回線数を表示している。

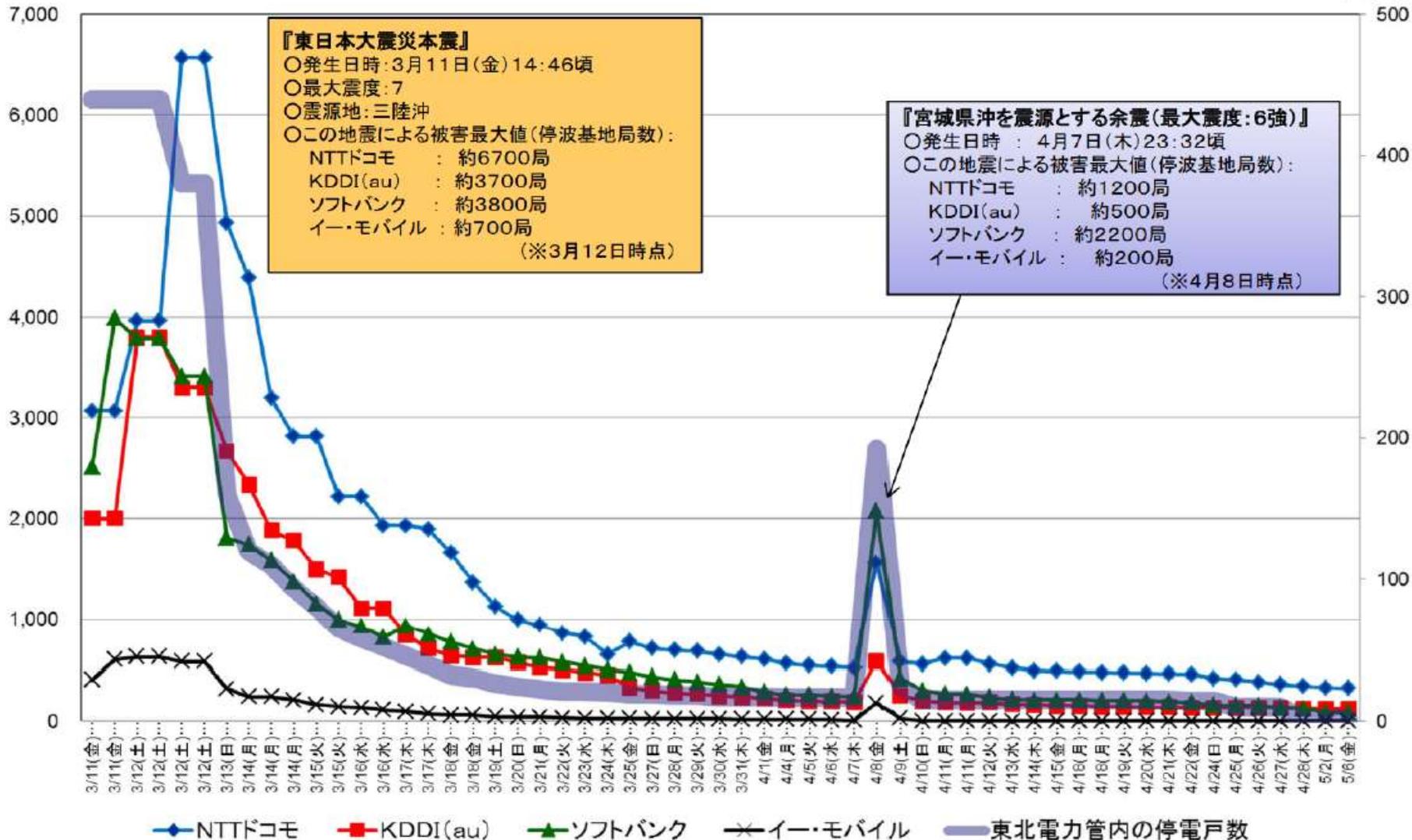


出所: 在り方検討会[2011].

携帯電話基地局の停波基地局数の推移



【停波基地局数】



出所: 在り方検討会[2011].

通信途絶はなぜ起こったか(3) 公衆電話



- 首都圏でも震災当日、東北の被災地ではそれ以後も公衆電話を最後の音声通話手段とした人が多かった。

Web版では削除。
<http://plaza.rakuten.co.jp/otottann/diary/201103150000/>

(左)3月11日、
仙台駅前の公衆電話。
出所:ブログ「おとったん日記」。

Web版では削除。
<http://blogs.yahoo.co.jp/peace9100059491/folder/632407.html>

(右)3月11日、
東京都世田谷区成城学園前駅の公衆電話。
出所:ブログ「Gatzのすべて」。

総務省調査による公衆電話利用



- 災害時における通信手段には、一般に携帯電話、固定電話、公衆電話等があります。これらのうち、東日本大震災の際に、公衆電話が、公的機関又は地域住民の通信手段として、活用された場合はあったでしょうか。(常設の公衆電話・いわゆる特設公衆電話の別に)

回答	市町村名	具体的内容
常設の公衆電話が積極的に活用されていた場面があった。	久慈市	避難所にある公衆電話が無料になったことから、携帯電話をもっていない高齢者を中心に、利用されていた。
	仙台市	固定電話や携帯電話がつながり始める14日以前において、利用者が行列が作る光景が見られた。ただし、12日以降使用できない公衆電話も発生し始めた。
	石巻市	・震災直後、利用者が行列になるほど利用されていた。 ・携帯電話がつながらないため、代替手段として活用されていた。
	国見町	携帯電話や一般回線よりつながりやすいことから、遠方の親戚等への安否確認に活用されていた。
	葛尾村	村内が光電話化していたため、今回の震災により電話及び携帯等の使用ができなかったが、公衆電話のみ利用が可能だったため、活用件数が多かった。
いわゆる特設公衆電話が積極的に活用されていた場面があった。	野田村	固定電話、携帯電話ともに不通であったため、避難所などにおける住民の通信手段として積極的に利用されていた。
	仙台市	無料ということもあり、避難所において利用されていた。しかし、14日以降固定電話や携帯電話がつながり始めた状態で、15日から設置が開始されたため、行列ができるほどの活用はされていないと思われる。
	石巻市	・避難所において、家族の安否確認等に利用されていた。 ・携帯電話がつながらないため、代替手段として活用されていた。
	葛尾村	避難所で住民の通信手段として利用されていた。

通信途絶はなぜ起こったか(3) 公衆電話

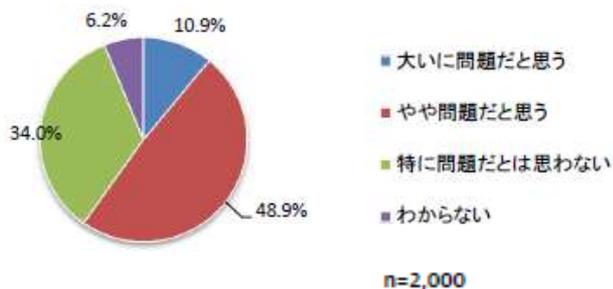


● 公衆電話利用の最大の壁は設置台数減

- 2000年度末:707,233台→2010年度末:252,775台
(64.3%削減)

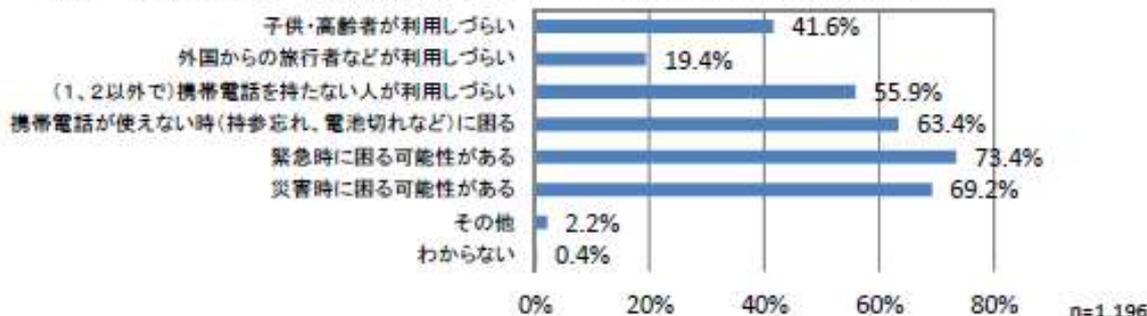
● 総務省調査でも 問題指摘の声

Q11 公衆電話の設置台数の減少についてどう思いますか。

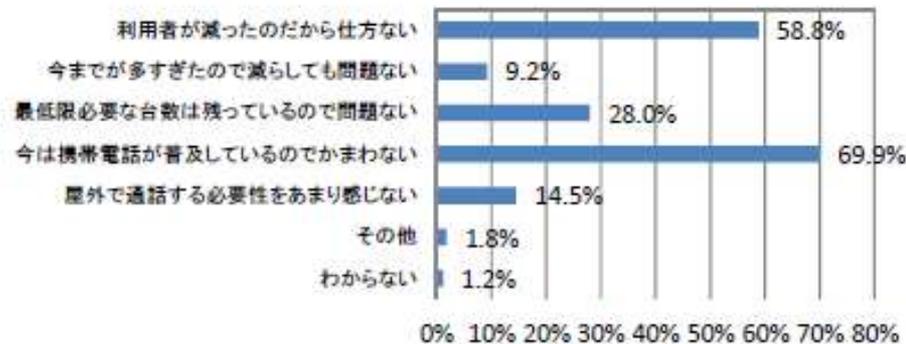


出所:3つとも総務省総合通信基盤局[2011a)。

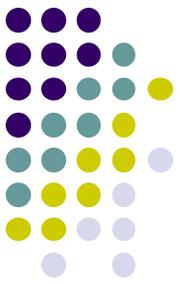
Q12 公衆電話の設置台数の減少が問題だと思う理由は何ですか。



Q13 公衆電話の設置台数の減少が特に問題だとは思わない理由は何ですか。



通信途絶はなぜ起こったか(4) インターネット・SNS・IP電話

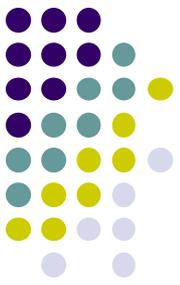


- 代替経路が自動選択されるインターネットは相対的に頑強
- 問題はサーバ被災の有無とアクセス方法

Web版では削除

<http://www.kddimail.com/backnumber/021110.html>

通信途絶はなぜ起こったか(4) インターネット・SNS・IP電話



- 代替経路が自動選択されるインターネットは相対的に頑強
- 問題はサーバ被災の有無とアクセス方法
 - ルータ・スイッチ被災も限度を超えると制約に

被災下におけるインターネットの利用を左右した条件

		サーバ	
		無事ないし復旧	損壊または停電
アクセス 端末 使用	可能	メール、SNS、IP電話使用 可能	使用不可能(地元自治体・ 地元企業・学校など)
	不可能	使用不可能	

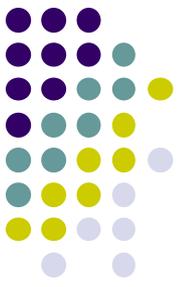
通信途絶はなぜ起こったか(4) インターネット・SNS・IP電話



停電時におけるインターネットアクセスの利用を左右した条件(津波等によるハードウェア損壊がない場合)

		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	—	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	バッテリー残量ありが必要条件。充電は非専門家には困難。	バッテリー残量ありが必要条件。充電は市販の電池式充電器で可能。	バッテリー残量ありが必要条件。充電は市販の電池式充電器で可能。

通信途絶はなぜ起こったか(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
 - 地上設備が少ないため、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
 - 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)。
 - 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

企業等における情報・通信システムの被害状況

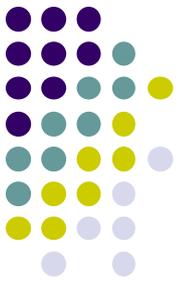


- 売上高1億円以上企業中、3割で情報システムにトラブル発生(矢野経済研究所[2011])
- 沿岸部の自治体で津波によりサーバ損壊(以下本スライド中は日経コンピュータほか[2011])
 - バックアップの所在によってはデータ喪失のおそれ
- 大手企業の基幹系システムは東北地方にサーバがないため深刻な損傷はなかった。
- 東北地方に基幹系システムがある事業体ではシステム全停止も
 - 例:生活協同組合連合会コープ東北サンネット事業連合



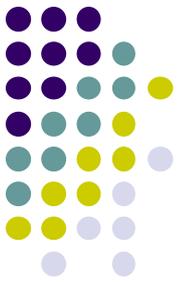
人的要因

- 自動的に作動するシステムはあるが(一斉メール送信機能など)、組織と個人の行動なしに業務継続は不可能だし、安否確認さえ完結しない
- もっとも単純なレベルなことをしていたか？
 - 会社は従業員の(大学は教職員の！)法人アカウント以外のメールアドレスや携帯電話番号を把握していたか
 - 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
 - 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



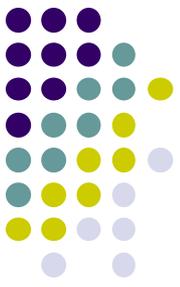
大震災後の災害対策ソリューション市場

大地震はまたやってくる。それも東京や名古屋や大阪に



Web版では削除。Newton Press[2011]63頁。

東日本大震災後のICTソリューション市場をめぐる問題の所在



- 被災地復興よりも次の大地震への備えに問題の所在がある
- 大地震はまたやってくる(地震調査研究本部地震調査委員会[2012])
 - 南関東直下型地震(30年以内発生確率70%程度、想定規模M6.7-7.2)(酒井慎一氏によれば東日本大震災の結果、M7程度の誘発地震が30年以内98%、4年以内70%<東大地震研[2011]>)
 - 東海地震(同87%、M8.0)
 - 東南海地震(同70%、M8.1前後)
 - 南海地震(同60%、M8.4)
 - 加えて、三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの領域で地震発生確率が高まっている可能性がある(地震本部事務局[2011])
- 東京、名古屋、大阪などが被災すれば今回より大きなシステム被害が出る危険
 - 公的機関・金融機関・企業の基幹系システムの被災
 - 通勤困難下で業務を維持する必要性

災害対策ソリューション



● BCP

- 用意されていたのは1000人以上企業64.1%、10-299人企業28.0%(松井[2011])
- 策定意欲は企業規模と相関する(同上および矢野経済研究所[2011])
- 注目分野はバックアップと電源に関係(図1)

● バックアップに特有の問題(矢野経済研究所[2011])

- 基幹システムバックアップは大震災前から8割の企業が行っていたが、7割5分は30キロ未満の地点にあった
- 遠隔地バックアップへの意欲も企業規模と相関する
- 海外バックアップは1000億円以上企業のみ強い意欲

→需要は顕在的にも潜在的にも強い

- 連動型大地震への懸念(東京と関西にDCがあっても同時被災するかも)
- 中小企業向けの使いやすい廉価なシステム開発・普及にテコ入れの余地



Web版では削除。

図1 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
出所: 松井[2011]127頁。



くみ取るべき教訓



①分散型バックアップ

- バックアップ・サーバ、バックアップ・データを持つ
 - 自前でもクラウドでも可能だが、コスト・パフォーマンスから見てクラウドサービスが広がる可能性が高い
 - データセンター建設・拡大の動き
 - セキュリティ・法規制がクリアできれば海外でのバックアップも可能
- 首都圏、東海地方、近畿圏の被災は基幹系システムの被災に直結する



②独立型電源

- 商用電源とは別の電源を確保する。
- 大都市圏が中心的被災地になった場合の備えが必要
 - わずか数日、1回あたり数時間の計画停電で大問題に
- 通信インフラの強化
 - 緊急課題: 移動体通信ネットワークの強化
 - 基地局停波の防止
 - スマホ急増によるトラフィック急増への対策
 - 災害対応抜きのマーケティングは猛省すべき
- ユーザーの自己防衛(大企業から個人までできることを)
 - 非常用自家発電
 - 自家利用可能な太陽光発電システム
 - 家庭用蓄電池
 - EVやHEV、ガソリン自動車のコンセント
 - デスクトップPCの無停電電源装置、ノートPC
 - 携帯・スマホの電池式充電器
 - 乾電池の備蓄



③通信手段の複々線化

- 複数の音声通話方法、複数のネットアクセスルート
- 基本的にはビジネスと啓発で可能
 - 複数の音声通話方法、複数のネットアクセスルート
- 情報弱者になりやすい高齢者・病人・貧困者(その二つ以上である場合)などについては公共政策が必要
- 緊急に必要なこと: 公衆電話の削減中止。むしろ増設を。
 - 非常時のユニバーサル・サービスを取り除いてはならない

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。
- 地震調査研究本部地震調査委員会[2012]『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』2月9日現在
(<http://www.jishin.go.jp/main/choukihyoka/ichiran.pdf>)。
- 地震本部事務局[2011]「三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの地震について」9月12日 (<http://www.jishin.go.jp/main/tohoku/sanriku.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)。
- 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[2011]『大規模災害等緊急事態における通信確保の在り方について』12月
(http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban02_02000043.html)。
- 東京大学地震研究所「2011年東北地方太平洋沖地震による首都圏の地震活動の変化について」 (http://outreach.eri.u-tokyo.ac.jp/eqvolc/201103_tohoku/shutoseis/)。



参考文献

- 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。
- Newton Press[2011]『別冊Newton「次」にひかえるM9超巨大地震』Newton Press、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)。
- 村井純[2011]「災害時情報通信基盤マネジメント」(竹中平蔵・船橋洋一編著『日本大災害の教訓』東洋経済新報社)。
- 矢野経済研究所[2011]『東日本大震災後の災害対策ソリューション市場』6月。
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)ウェブサイト (<http://www.nnvl.noaa.gov/MediaDetail.php?MediaID=697&MediaTypeID=1>)。
- ブログ「おとったん日記」2011年3月15日付 (<http://plaza.rakuten.co.jp/otottann/diary/201103150000/>)
- ブログ「Gatzのすべて」2011年3月29日付 (<http://blogs.yahoo.co.jp/peace9100059491/folder/632407.html>)
- KDDIアメリカウェブサイト (<http://www.kddimail.com/backnumber/021110.html>) (Webサイトはすべて2012年5月28日最終閲覧)