



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 (ネットワークインフラWG)

2011年6月9日

株式会社NTTドコモ

ネットワーク部 入江 恵

1. 緊急時の輻輳状態への対応のあり方

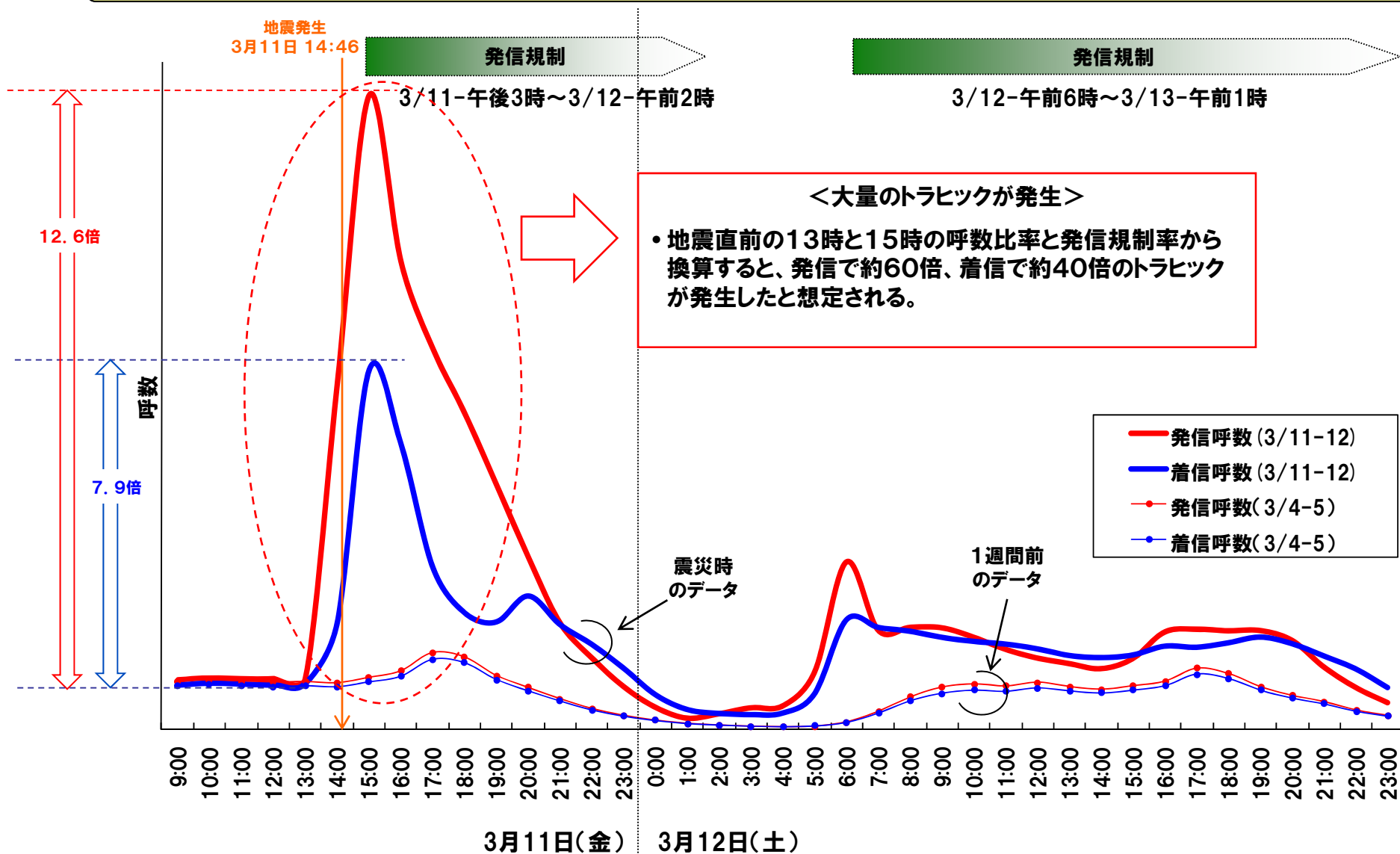
東日本大震災時の状況について

- 震災時の輻輳状況・規制状況については、発災地である東北と、東京23区の状況がそれぞれ異なっていることから地域を区別して分析する必要があります。
- また、音声通信とパケット通信とでは、システム構成やトラヒック状況が異なりますので、こちらも区別して分析する必要があります。
- 次頁以降では、東北、東京23区、音声、パケットの4つのカテゴリ分けで、東日本大震災時の通信状況をご説明します。

	音声通信	パケット通信
東北	(1)–①	(2)–①
東京23区	(1)–②	(2)–②

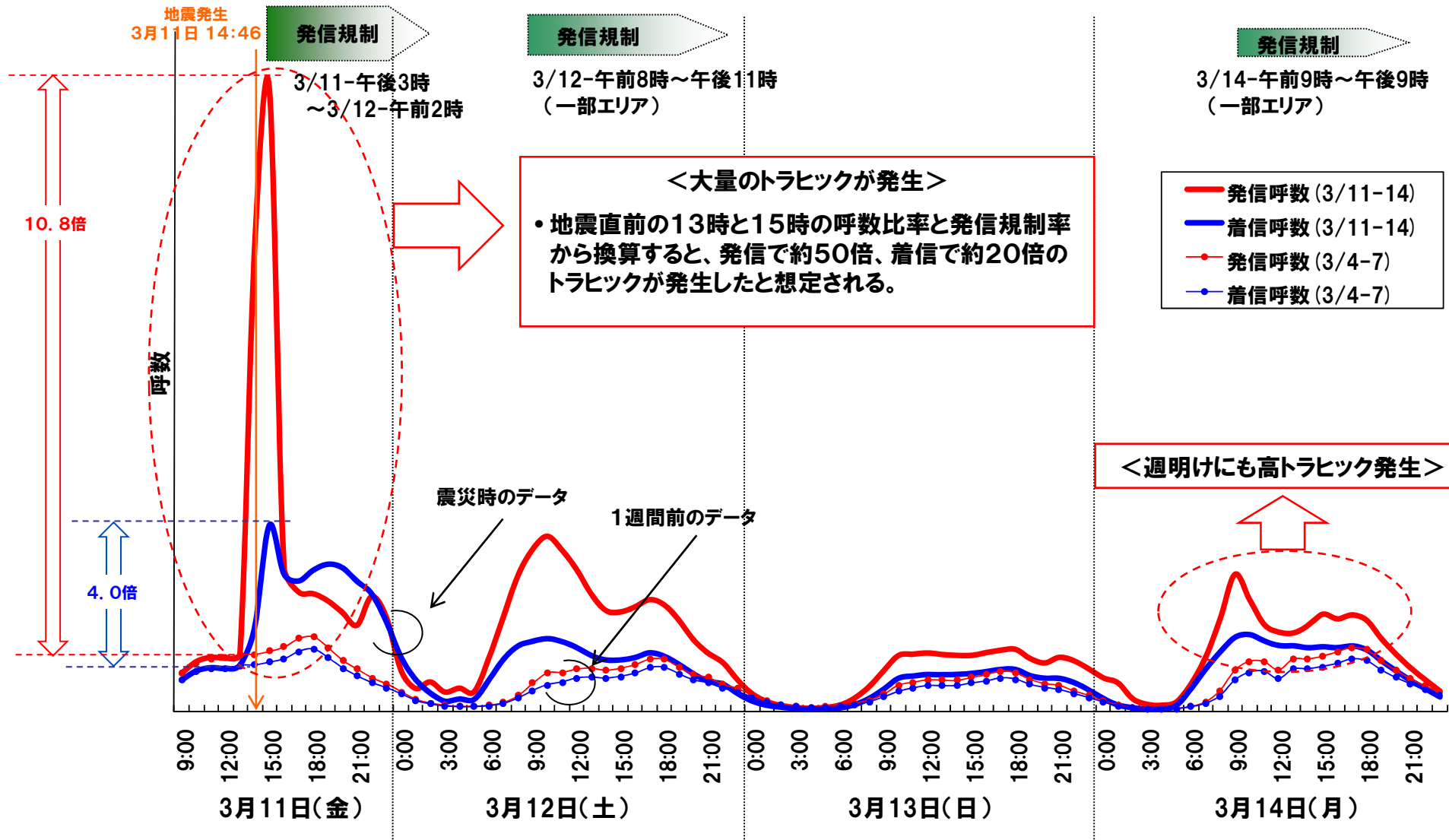
(1)–① 東北地域における音声トラフィック状況

- 大量のトラフィック(地震直前と比較して約60倍(発信))が発生。発信規制を実施。



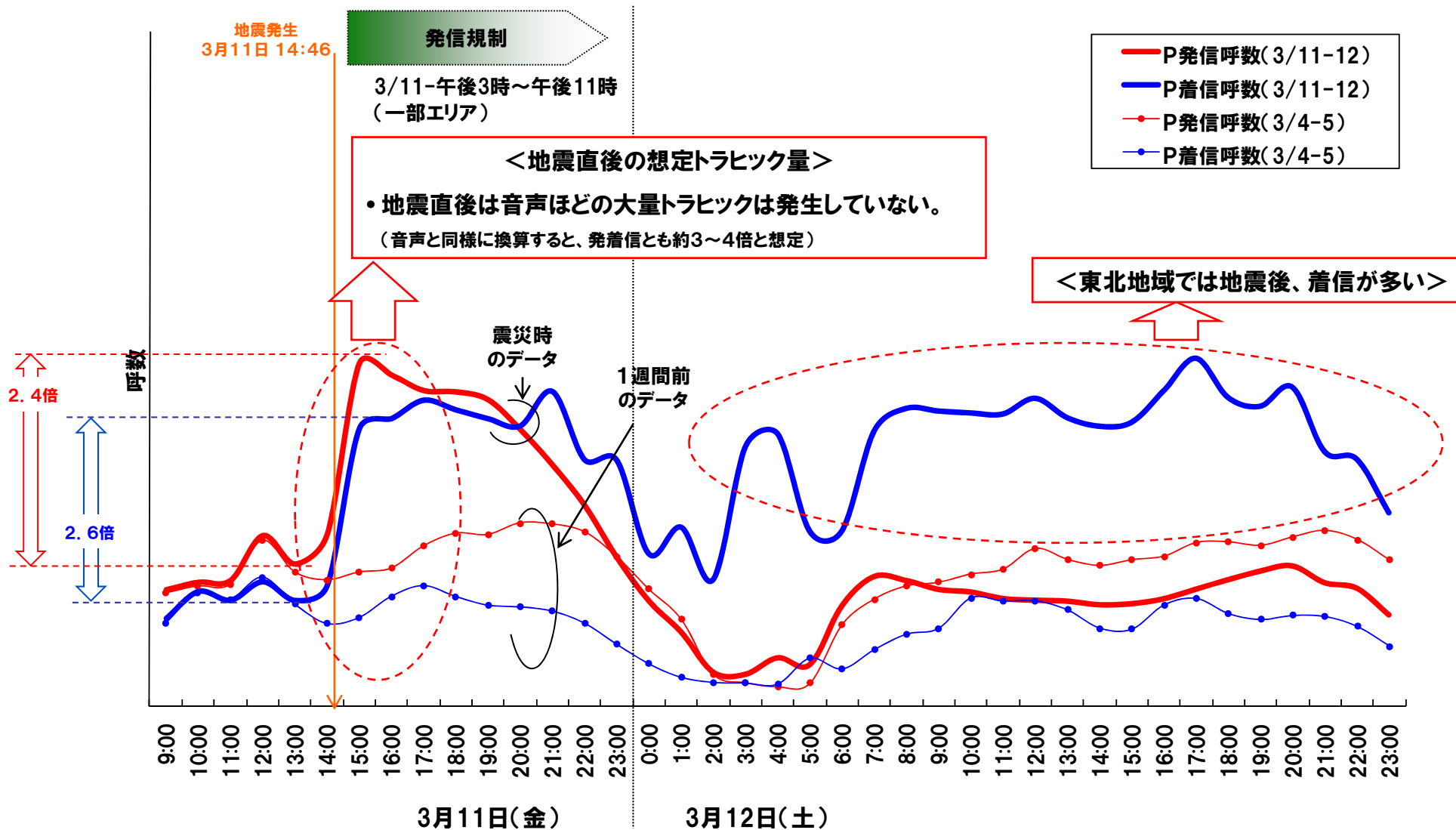
(1)-② 東京23区内における音声トラフィック状況

- 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、週明けの月曜日(14日)にも多くのトラフィックが発生し、発信規制を実施。



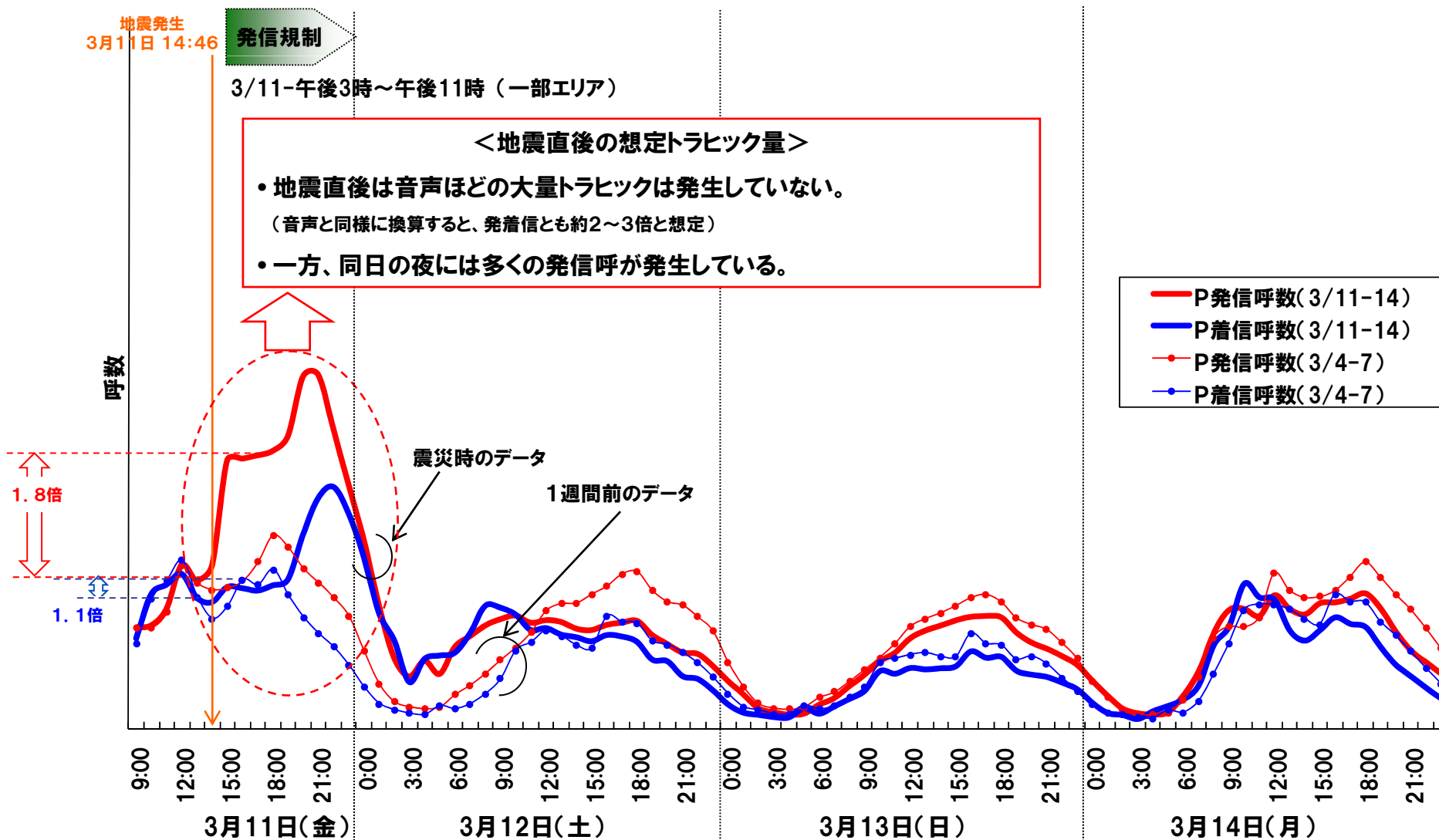
(2)-① 東北地域におけるパケットトラフィック状況

- パケットについては、音声ほどには多くのトラフィックは発生していない。



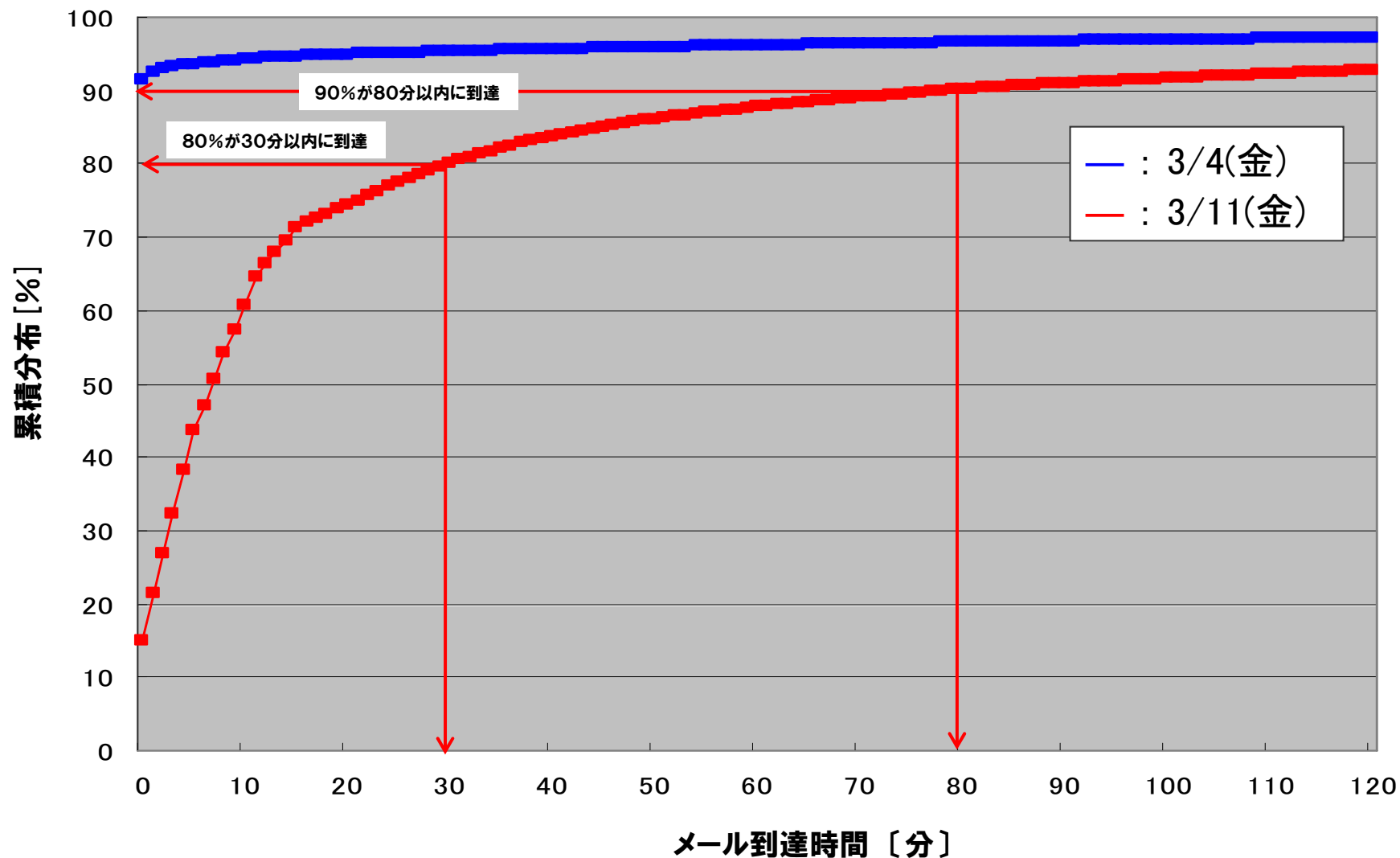
(2)-② 東京23区内におけるパケットトラフィック状況

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



(2) メール遅延について

- 下図は、地震当日(3月11日)と、一週間前(3月4日)の、関東甲信越地域におけるユーザのメール到達時間の比較(地震発生直後～深夜)。iモードサーバの一部で輻輳が発生したため、メール到達遅延発生。



東日本大震災時のネットワーク状況のまとめ

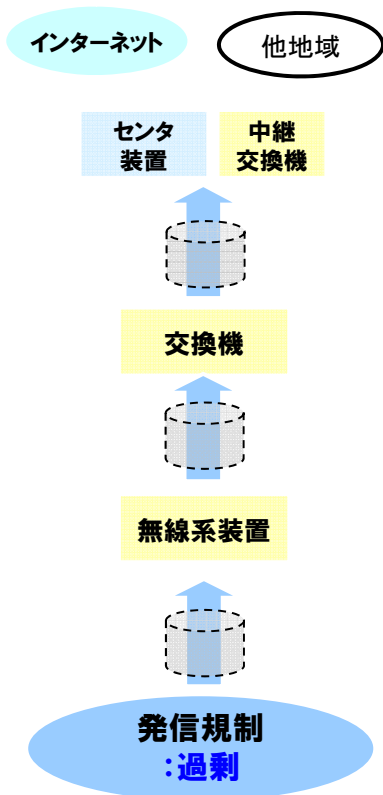
- 東日本大震災時のネットワーク状況は、以下のとおり
 - (1) 音声通信の場合
 - ✓ 大量のトラヒックにより輻輳が発生したため、発信規制を実施。
 - ✓ 東北の場合は、これに加え、通信設備等の被災、停電等の要因も考えられる(被災状況については次章で説明)。
 - ✓ 輻輳については、次頁以降で考察。
 - (2) パケット通信の場合
 - ✓ 東北、東京23区とも、音声程の大量のトラヒックは発生せず。
 - ✓ 発信規制による対処も限定的であり、概ね通信確保はできた。
 - ✓ サーバ輻輳によるメール遅延が一部発生。

(参考) ネットワーク輻輳と規制措置について

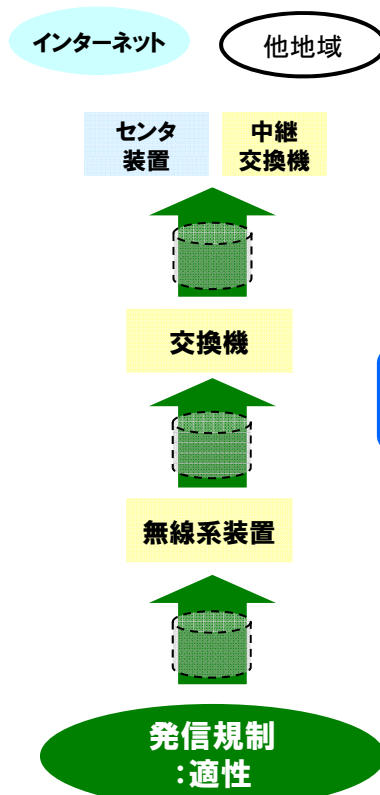
ネットワークに流入するトラフィックを規制しないと、処理しきれない呼を破棄するための処理負荷が重くなってしまい、接続処理に影響を及ぼしてしまう。このため、適正な規制措置の運用が必要。

規制と通信呼数の関係

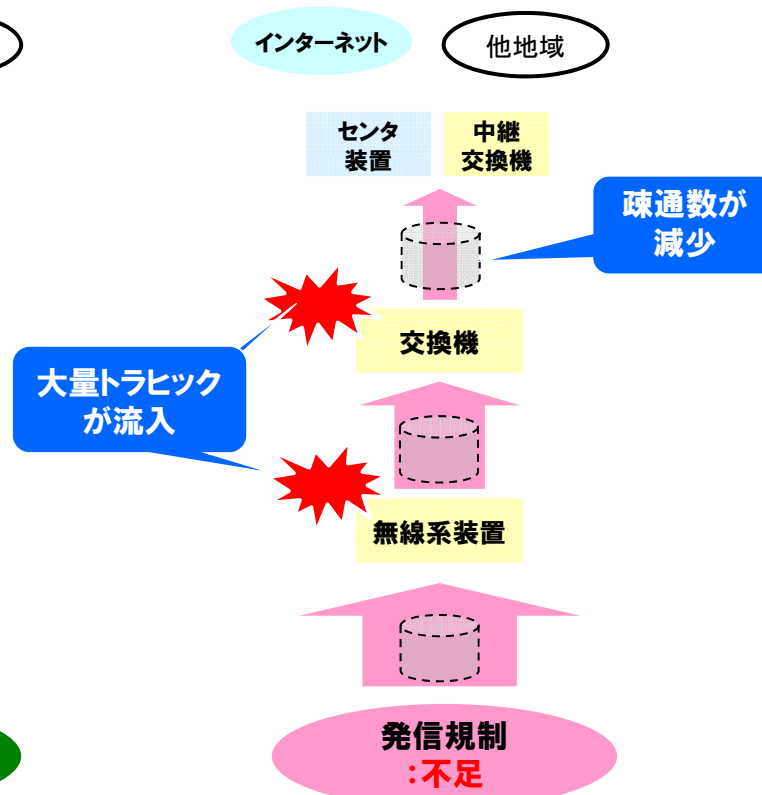
① 過剰規制



② 適正 疎通数が最大

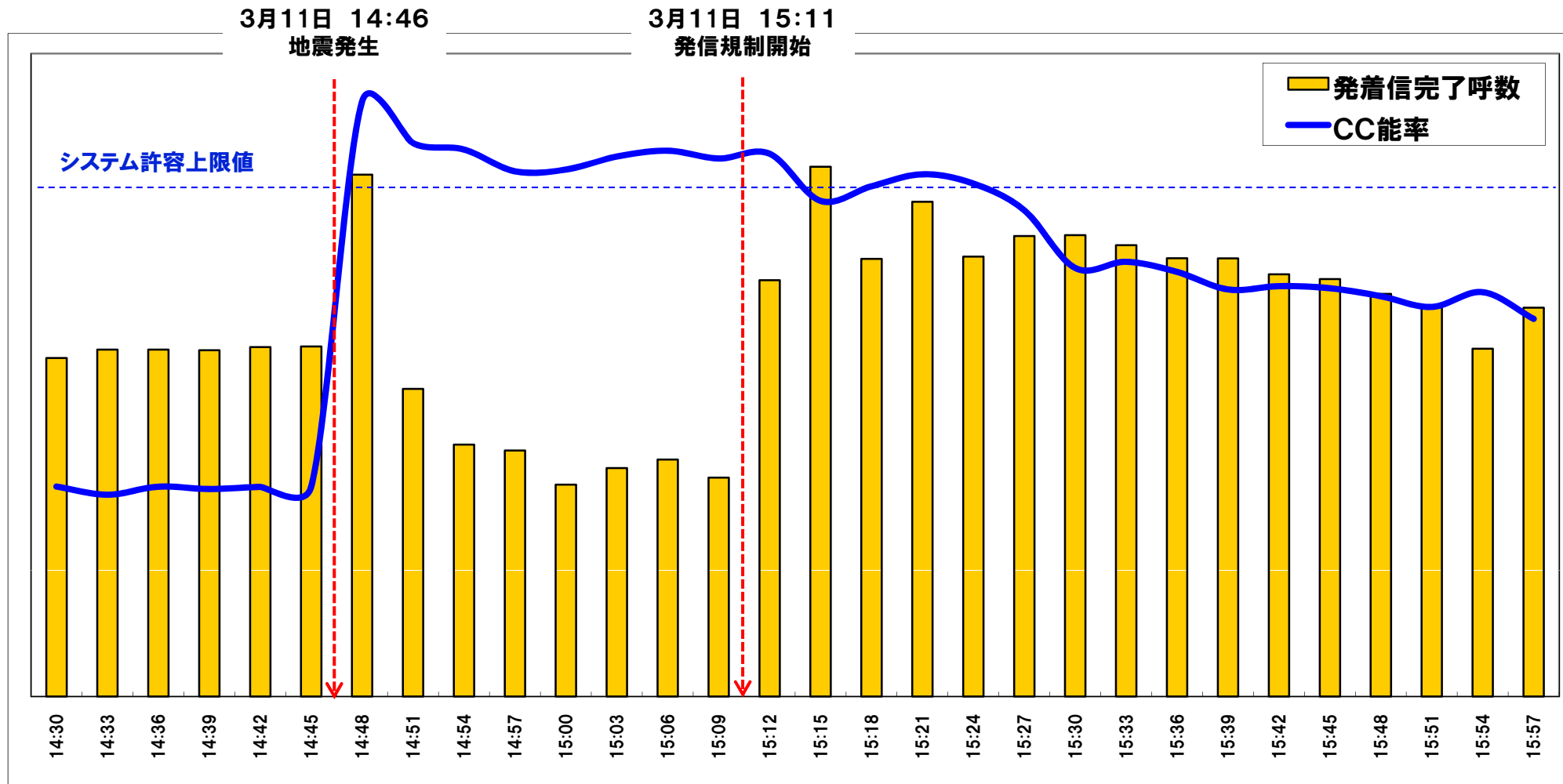


③ 規制不足



ネットワーク輻輳についての考察

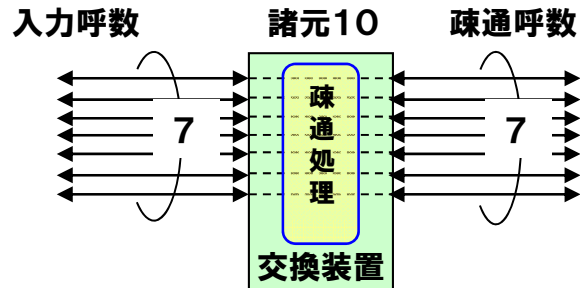
- ネットワークの疎通可能量は、「処理能力(単位時間当りの呼の接続処理可能数)」と「伝送容量(回線数、伝送速度)」により決定される。
- 下図は、発信規制実施前後の交換機のCC能率と発着信完了呼数の変動を示している。発信規制実施後に完了呼数が増加しているが、CC能率は高いままであることがわかる。



(参考) 諸元以上の呼発生によるCPUの圧迫

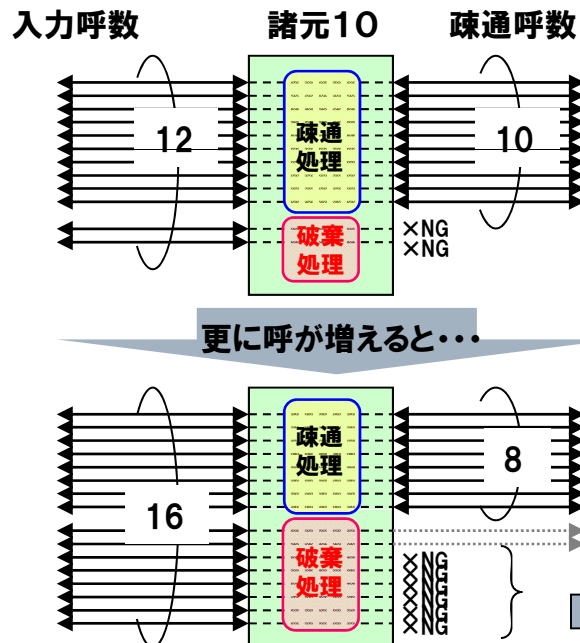
入力される呼数が諸元を大幅に超えると、破棄処理のためCPUが圧迫され疎通数が減少

通常時(入力呼数 \leq 諸元)



発生した全ての呼を処理できる(疎通処理NGは発生しない)

輻輳時(入力呼数 $>$ 諸元)



諸元を超える呼を
疎通処理できず破棄
→疎通処理NGが発生

呼を破棄するために、
疎通できる呼数が減少

<呼の破棄処理>

- ①信号分析:
起呼信号(シーケンスの最初)か否か判定
- ②呼処理種別判定:
発信、着信、位置登録、SMS等の呼種判定
- ③規制判定:
呼種単位の規制判定(緊急、優先は規制外)
- ④エラー応答編集、送信:
エラー応答信号を編集し、対向ノードに対して送信

※アクセス規制を実施しないと、プロセッサ以外のC-plane処理装置(信号装置やスイッチ)で疎通NGになるケースも考えられる。

2. 基地局や中継局が被災した場合における 通信手段確保のあり方

被災状況のまとめ

- 東日本大震災におけるドコモの通信設備への主な被害は、基地局と伝送路系である
- 詳細は、次頁以降参照

	東北地区	関東地区																																
基地局設備	<p><被災状況>(無線局)</p> <ul style="list-style-type: none"> 最大6,720局サービス停止 85%が停電により中断 15%が津波、基地局設備、伝送設備故障等により中断 	<p>(FOMA被災状況無線局ベース)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">東北地方</th> <th colspan="2">関東地方</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>青森県</td> <td>550</td> <td>千葉県</td> <td>174</td> </tr> <tr> <td>岩手県</td> <td>1,065</td> <td>茨城県</td> <td>1,055</td> </tr> <tr> <td>福島県</td> <td>434</td> <td>栃木県</td> <td>144</td> </tr> <tr> <td>山形県</td> <td>421</td> <td>その他</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>宮城県</td> <td>1,173</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>秋田県</td> <td>543</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">合計</td> <td colspan="2">5,597</td> </tr> </tbody> </table>	東北地方		関東地方		青森県	550	千葉県	174	岩手県	1,065	茨城県	1,055	福島県	434	栃木県	144	山形県	421	その他	38	宮城県	1,173			秋田県	543			合計		5,597	
	東北地方		関東地方																															
青森県	550	千葉県	174																															
岩手県	1,065	茨城県	1,055																															
福島県	434	栃木県	144																															
山形県	421	その他	38																															
宮城県	1,173																																	
秋田県	543																																	
合計		5,597																																
	<p><復旧状況>(基地局)</p> <ul style="list-style-type: none"> 本格復旧対象の194局の内、140局停止中(2011年6月3日現在) 9月末までに復旧見込み(※) 	<p><復旧状況>(基地局)</p> <ul style="list-style-type: none"> 現状1局停止中(2011年6月3日現在) 6月中旬までに復旧見込み 																																
伝送路設備	<p><被災状況></p> <ul style="list-style-type: none"> 469基地局回線が被災(断) (基地局が津波等で損壊・水没したことによる断:194、伝送路設備の被災による断:275) <p><復旧状況></p> <ul style="list-style-type: none"> 本格復旧対象の233基地局回線のうち、175基地局回線が停止中(他事業者回線含む、2011年6月3日現在) 9月末までに概ね復旧見込み(※) 	—																																

(※なお、街ごと津波被害等の甚大な被害を受けた地区については地域の復興に合わせ実施)

被災状況詳細 基地局設備等(岩手、宮城、福島)

・ 基地局設備の主な被災状況と回復手段は下記のとおり

	被災数内訳	回復手段	
		仮復旧手段	本格復旧手段
基地局設備	【A】 津波、地震による基地局損壊、水没 約27% ※ (194基地局)	大ゾーン化による設備復旧 ・ 山上局等を積極的に活用し復旧に時間を要する局を他の局でエリアカバー	基地局すべてを新規に構築 ・ 津波により鉄塔(鉄柱含む)、基地局設備がすべて損壊 装置取替え ・ 装置のみが水没しているため既設の鉄塔(鉄柱含む)、アンテナはそのまま利用
	【B】 伝送路故障による中断 約38% ※ (275基地局)	光、応急光による設備復旧 ・ 応急光を敷設 ・ 既設光へ接続 マイクロ伝送路による設備復旧 ・ 臨時にマイクロ設備を構築し基地局を復旧 衛星回線による設備復旧 ・ 臨時に衛星回線を構築し基地局を復旧	本来のアクセス回線への巻き取り ・ 光回線、マイクロ回線
	【C】 停電による中断 約35% ※ (251基地局)	移動電源車、発電発電機による設備復旧	商用電源の復電

※未復旧局福島原発30km以内の局を除く

被災状況詳細 伝送路設備等(岩手、宮城、福島)

・ 伝送路設備等の主な被災状況と回復手段は下記のとおり

基地局の被災要因	被災数内訳	被災区間のイメージ	本格復旧手段
伝送路故障による中断 275 基地局	① 県内伝送路区間故障 約48% (132)	<p>① 県内伝送路区間</p> <p>② エントランス区間</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 通信ビルの修復 ・ 中継伝送設備の修復 <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; margin: 10px 0;"> 仮復旧時には、必要により仮設局設置、衛星回線や固定無線等の臨時エントランス方式で復旧した。 </div> <ul style="list-style-type: none"> ・ 光ファイバの修復 ・ 固定無線設備の修復
	② エントランス区間故障 約52% (143)		

リング形態の両系が断の時や通信ビル故障の時に多大なサービス影響。(広範囲、長時間)

街ごと津波で被災している場所では管路、電柱等も流れており、回復に時間を要す。

電力・燃料系の課題と対策

◎電力・燃料系の課題

今回の東日本大震災における停電は、広域且つ長時間であった為、非常用発電エンジンによる自家発電燃料の枯渇リスクが浮き彫りとなった。

①停電エリア⇒東北:6県、7ノードビル 関東:3県、5ノードビル

②停電時間⇒東北:最短=23時間、最長=59時間

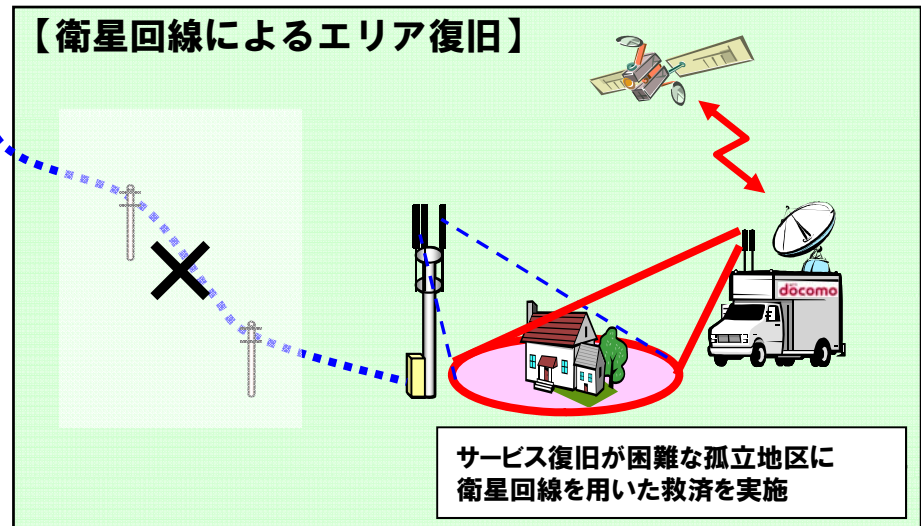
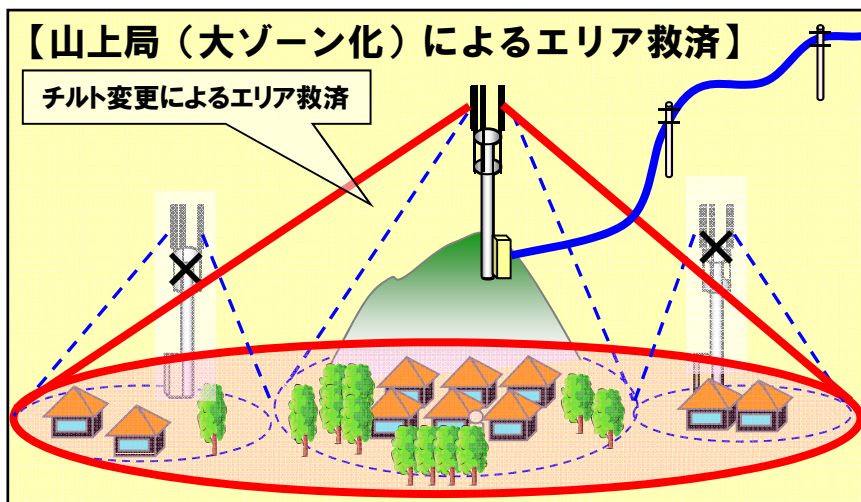
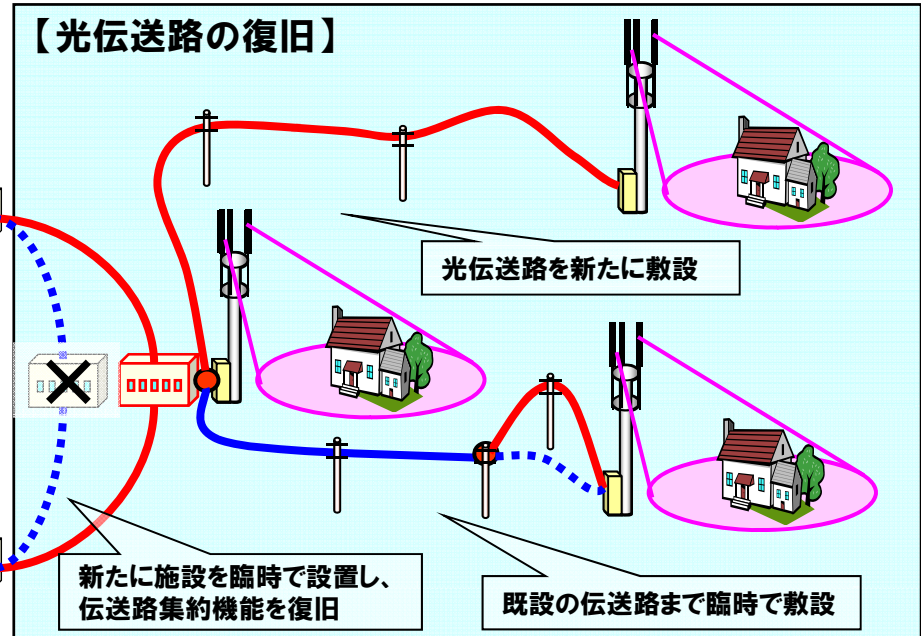
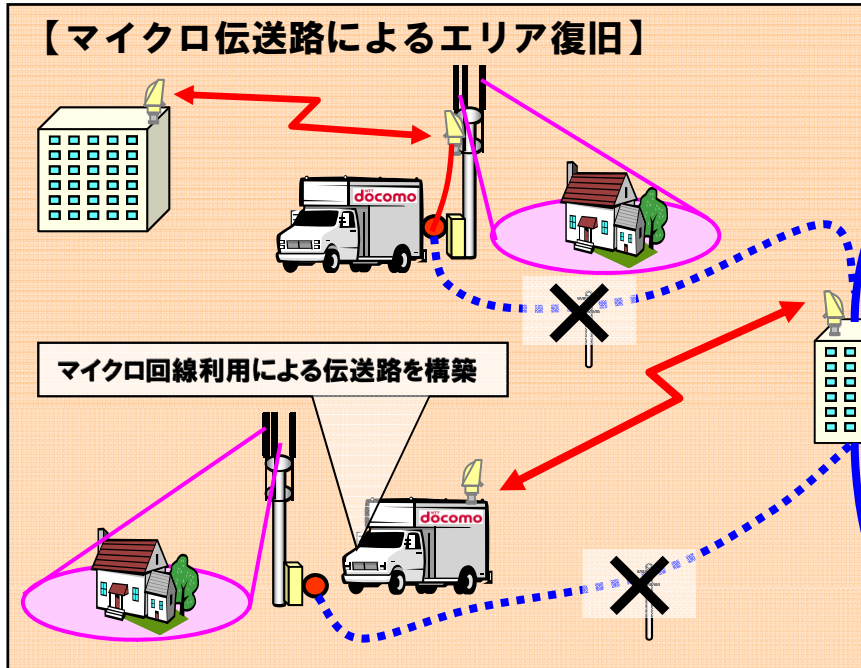
広域・長時間停電により非常用発電エンジンを多地点で長時間運用することになり、燃料給油が困難。

⇒燃料不足、及び燃料輸送手段が確保困難となった。

◎対策の方向性

課題	対策の方向性
燃料自体の不足(調達出来ない) 輸送手段(ローリー・運転手)が確保できない	国レベルでの燃料確保と業界への割り当てのルール化 自社/自グループでの燃料(輸送手段含む)確保

FOMAエリアの設備復旧



- 【凡例】
- : 応急復旧伝送路
 - : 既設伝送路

被災エリアの応急復旧

山上局(大ゾーン化)
によるエリア救済



マイクロ伝送路による
エリア復旧



衛星回線によるエリア復旧



福島第一原発から20km圏内のエリア化対策

Jヴィレッジのエリア化
(楢葉町内 4月1日衛星移動基地局車を設置)



伝送路切替による基地局復旧
(富岡市内の通信ビル 4月13日切替)



高性能アンテナ設置によるエリア化
(いわき市内基地局 4月13日設置)



復旧エリアマップ

- サービスエリアとサービス中断エリアの復旧予定を、色分けで判りやすく表示
- 無料携帯電話サービス、無料衛星携帯電話サービス、無料充電サービスの提供場所やドコモショップの営業情報等を地図上に表示
- 緊急にシステム構築し、3月20日から運用開始 1日単位で情報を毎日更新

マップイメージ

住所やキーワードで検索が可能

ズームイン/アウトが自由自在

復旧予定

- 明日復旧予定エリア
- 4月中旬までに復旧予定
- 4月下旬までに復旧予定
- 5月以降に復旧予定



地図使用承認 (c) 昭文社第 53G022 号

累計アクセス数

初期10日間で
約20万アクセス

お客様の声

- 日々刻々と変わる通話エリアの復旧状況を把握することは大きな意味を持つ
- 支援先のエリアを出発前に確認できて便利！
- ドコモが先行して、復旧情報を積極的に開示してくれた意義は大きい。

避難場所等への支援

■ 無料端末等貸出支援

- 被災地での通話・通信環境整備のために、無料端末の貸出と無料充電コーナーの設置を実施

◆ 無料衛星携帯電話の貸出 900台



◆ 無料携帯電話端末の貸出 2,100台



◆ タブレット端末によるインターネット環境の提供 670台



◆ 無料充電コーナーの設置 410ヶ所



マルチチャージャー 130台

ACアダプタ 6,500個
ソーラー充電器 3,150台

料金関連

- 被災されたお客様に対する各施策の実施期間を5月31日から6月30日に再延長

	内 容
料金お支払い期限の延長	3月請求分(2011年2月ご利用分) 4月請求分(2011年3月ご利用分) ⇒ お支払い期限を 5月請求分(2011年4月ご利用分) 6月30日まで延長
基本使用料等の無料化	当社の設備故障や水濡れによる携帯電話機の故障などに伴い、ご利用いただけなかった期間の基本使用料、付加機能使用料、パケット通信料の定額料等を無料化
解約金の無料化	ご利用いただけなかったまま解約を希望される場合には、解約金を無料化
水濡れケータイデータ復旧サービスの無料化	データ復旧サービス料金5,250円を無料化
手数料の無料化	FOMAカードの再発行手数料、電話番号保管手数料等を無料化
携帯電話機購入時の特別割引	携帯電話機の購入時、最大10,500円の特別割引を実施 (実質的に0円で購入可能な機種もあり)
故障修理代金の減額	破損・故障した携帯電話機の故障修理代金を半額に割引

3. 今回の震災を踏まえた 今後のネットワークインフラのあり方

新たな災害対策の基本的考え方

重要エリアにおける 通信の確保

人口密集地及び行政機関の
通信を確保

- 1 災害時における通信確保のために大ゾーン方式基地局を全国に設置(約100ヶ所)
- 2 都道府県庁、市区町村役場等の通信を確保するために基地局の無停電化、バッテリーの24時間化を推進(約1,900局)

被災エリアへの 迅速な対応

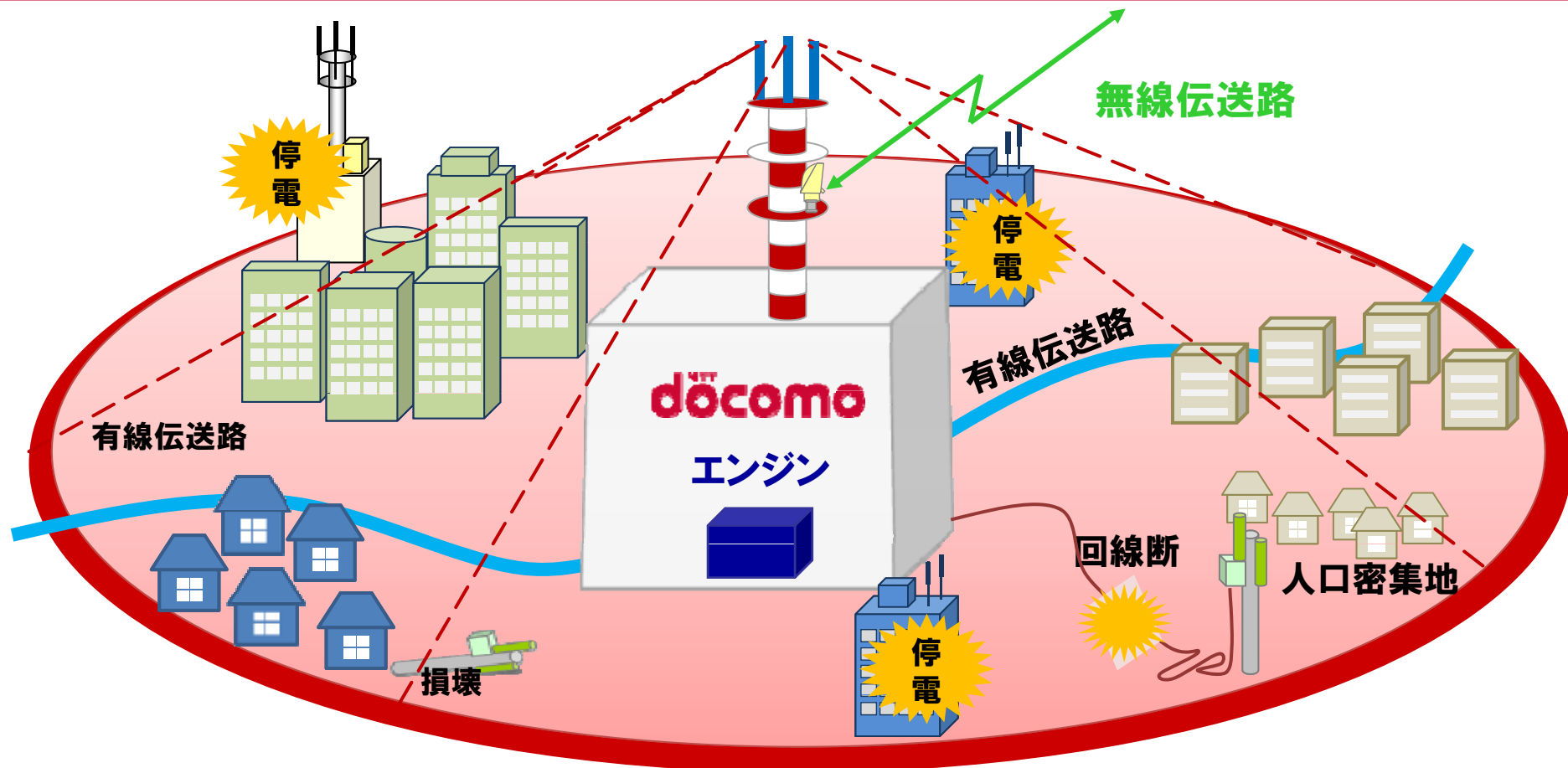
- 3 衛星携帯電話の即時提供(3,000台を想定)
- 4 衛星システムを活用したエリアの早期構築
(車載型:19台に倍増、可搬型:新規24台)
- 5 マイクロエントランス回線を活用した機動的なエリア構築
(100区間)

災害時における お客様の更なる 利便性向上

- 6 災害時に強いパケット通信を活用した災害用音声ファイル型メッセージサービスの開発
- 7 復旧エリアマップの拡充
- 8 操作性向上のための災害伝言板サービスの音声ガイダンス対応
- 9 エリアメールの更なる活用
- 10 SNS等との連携によるICT活用の更なる推進

大ゾーン基地局の構築

- ・ 広域災害・停電時に人口密集地の通信を確保するため、通常の基地局とは別に、大ゾーン基地局を全国に設置(約100ヶ所)
 - － 都道府県毎に概ね2ヶ所(東京は5ヶ所、大阪は4ヶ所) ⇒人口の約35%をカバー

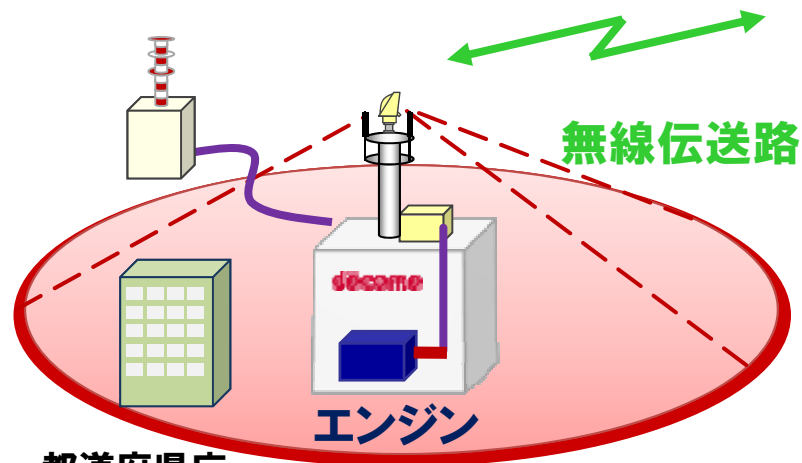


無停電化、バッテリー24時間化

都道府県庁、市区町村役場等の通信を確保するため、基地局の無停電化、バッテリーの24時間化を推進（約1,900局）⇒人口の約65%をカバー

<ドコモ等のビル基地局>

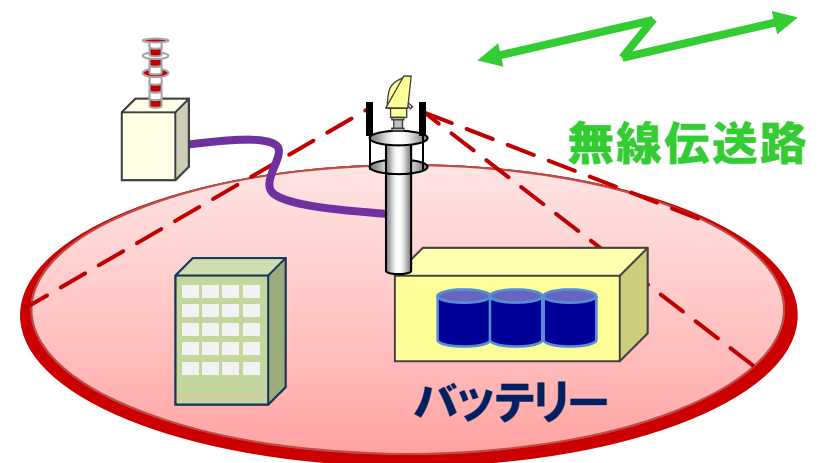
エンジンによる無停電化(約800局)



都道府県庁
市区町村役場等

<鉄塔基地局>

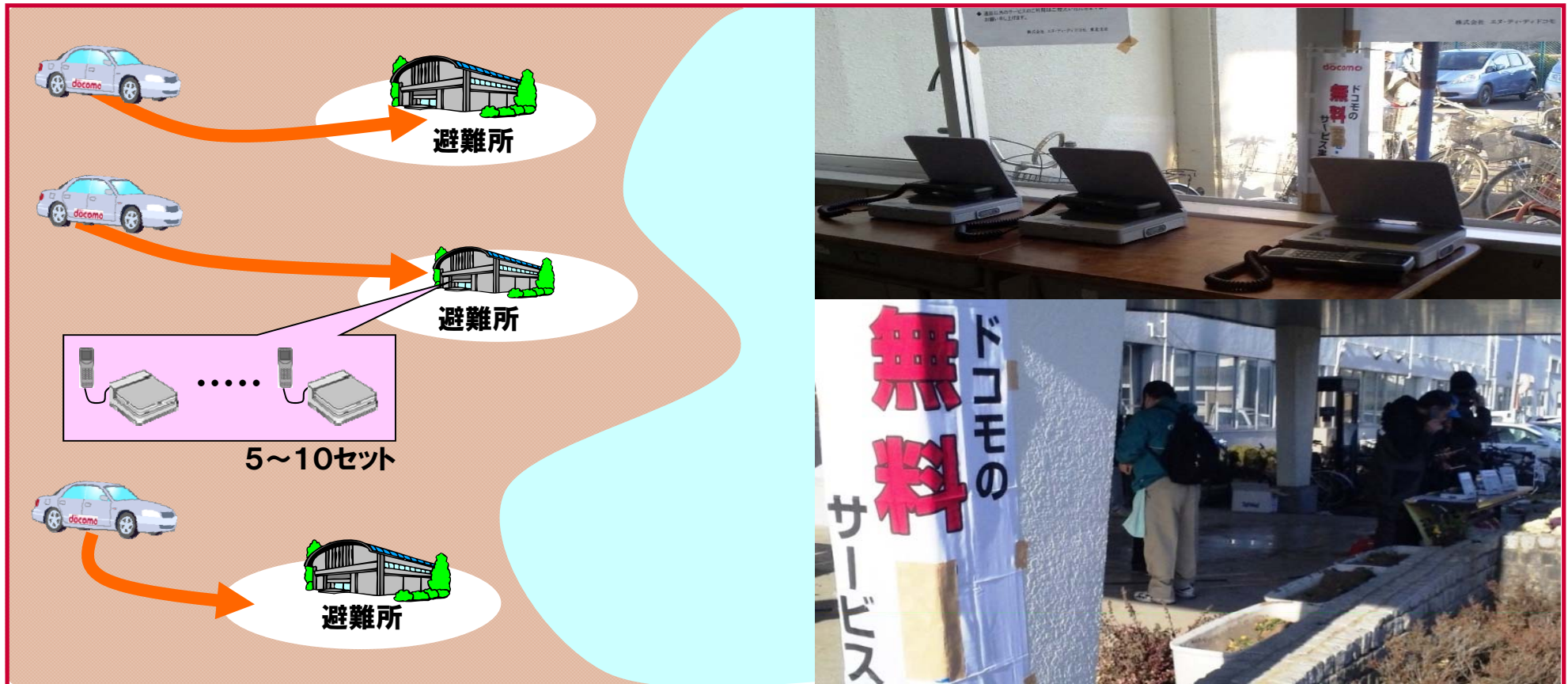
バッテリー24時間化(約1,100局)



都道府県庁
市区町村役場等

衛星携帯電話の避難所への即時提供

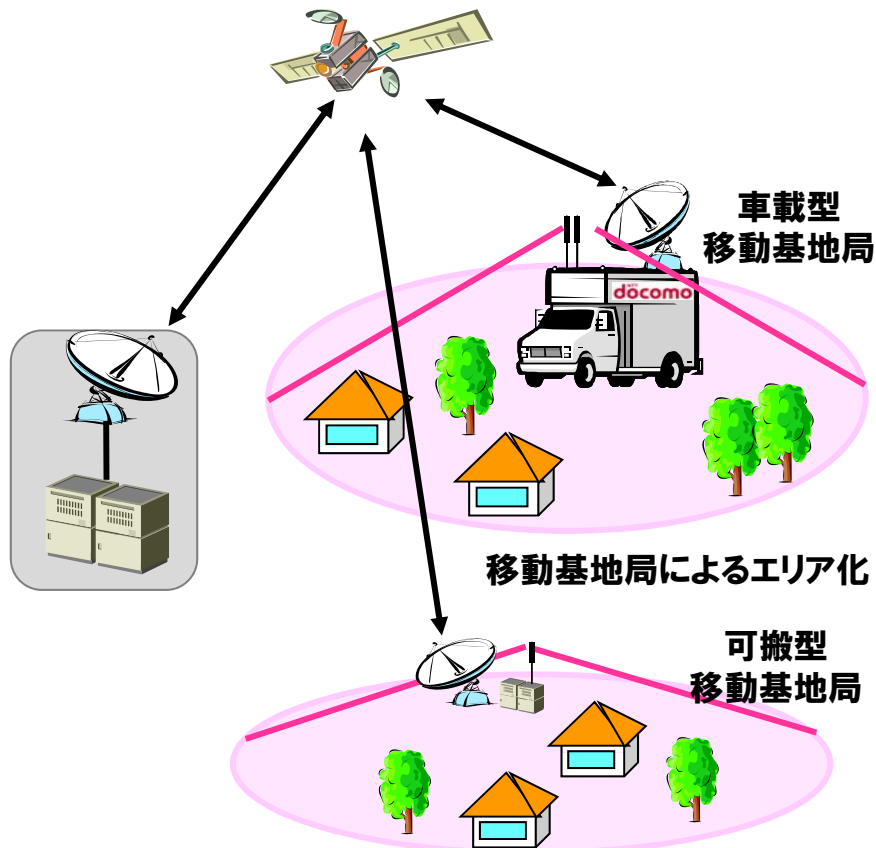
- ・ 発災後速やかに衛星携帯電話(5~10セット※)を避難所等に提供し、サービス中断エリアにおける通信を即時確保
 - 大規模災害に備えるため3,000台の配備を想定
- ※ 衛星携帯電話、バッテリー、DC充電器(車のシガーライターからの充電用)、ご利用ガイドを1セットとする



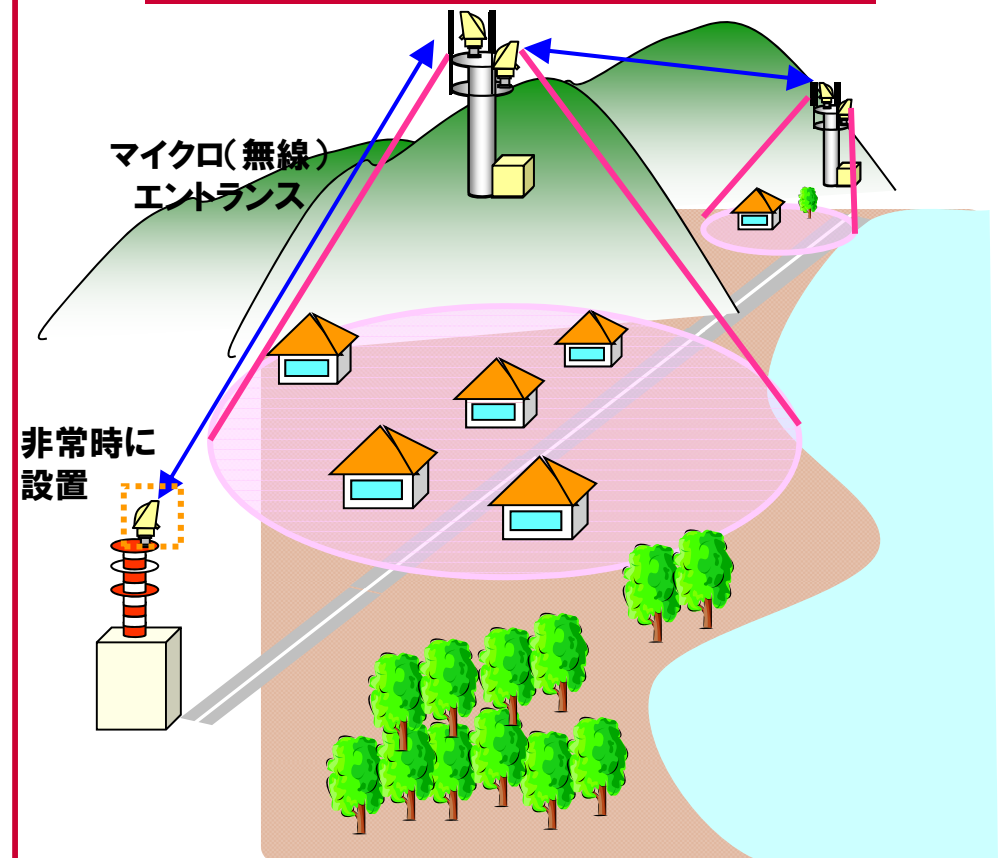
被災エリアの早期復旧

- 被災エリアを早期復旧するため、即時性、機動性に優れた衛星、マイクロ回線を有効に活用
 - 衛星エントランス基地局の増設(車載型:19台に倍増,可搬型:新規24台)
 - 非常用のマイクロエントランス設備を配備(100区間)

衛星エントランス回線の活用・充実



マイクロエントランス回線の活用

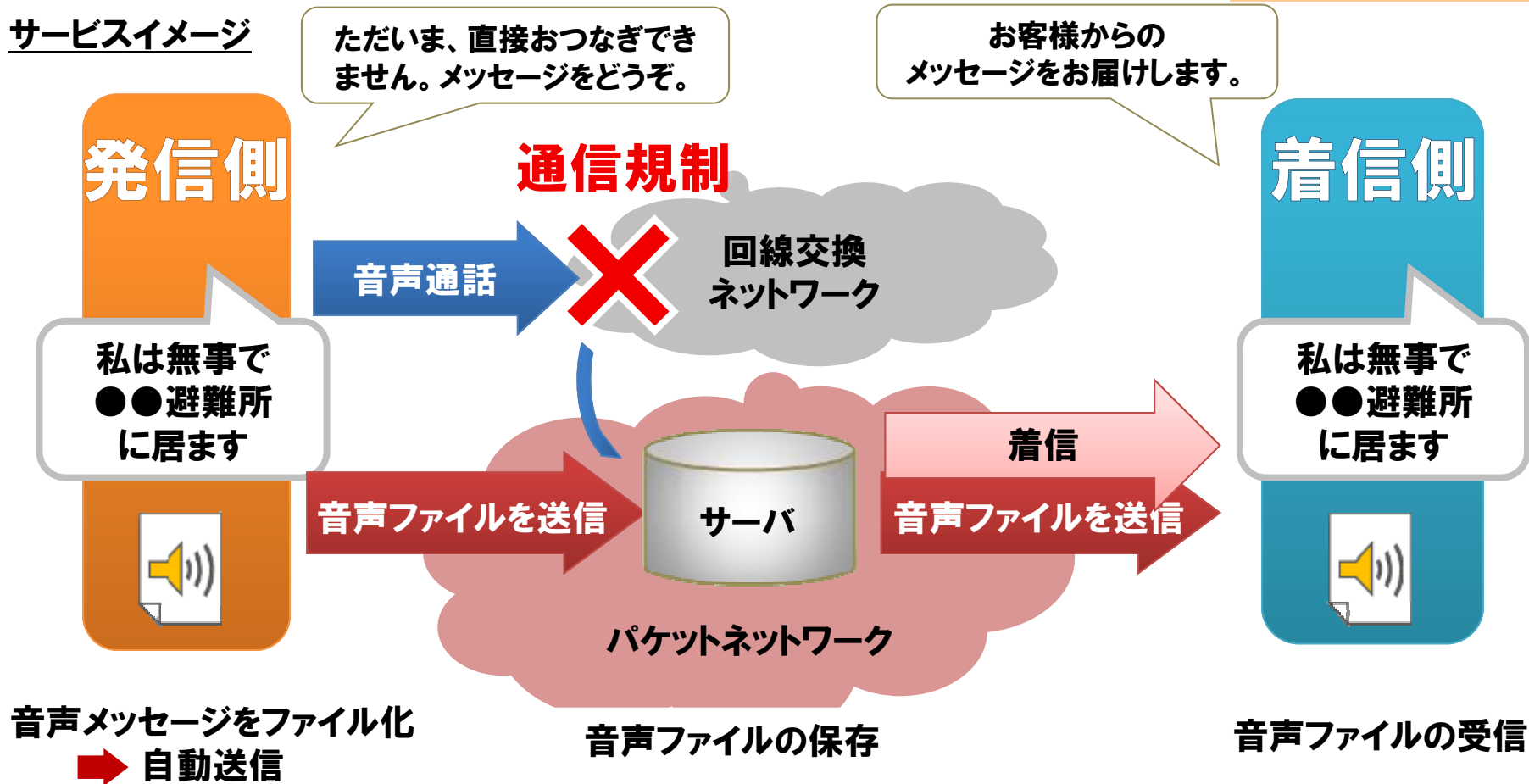


利便性向上(1)

・災害時は多くの音声発信によりネットワークが輻輳するため、音声をファイルとしてパケットネットワークで効率的に伝送し、音声メッセージファイルを相手に届ける

2011年度提供予定

サービスイメージ



利便性向上(2)

⑦復旧エリアマップの拡充

- ・ 大規模災害発生時には、すみやかに当該地域の「復旧エリアマップ」を提供
- ・ 視認性の向上(アイコン表示のわかりやすさ、提供情報の多様化)を検討
- ・ 災害時に構築した特別なエリア(大ゾーン基地局のエリア情報等)を明記

⑧音声ガイドによる災害伝言板アプリの開発(2011年夏頃提供予定)

- ・ 音声認識により「音声ガイド災害伝言板アプリ」を起動
- ・ 災害伝言板の「安否登録・確認」が容易にできるよう、音声によるガイダンスと画面上のアイコンタッチにより操作性を向上

⑨エリアメールの更なる活用

- ・ 自治体との連携による更なる安心安全/利便性の提供
- ・ 配信エリアを細やかに制御することによる利用シーンや運用機動性の拡大

⑩ SNS等との連携によるICT活用の更なる推進

- ・ ホームページに加え、SNSと連携した迅速かつ多様な情報発信の活用
- ・ SNS等多様な情報源から、必要な情報をタイムリーかつワンストップで入手可能な検索性の検討

緊急時の輻輳状態への対応の在り方

①	今回の震災の際に取り組んだ事項	<ul style="list-style-type: none"> ・通信量のコントロール ・「災害用伝言板」の早期提供 	
	利用者から寄せられた主な意見・要望	現在通話できないが、先程の地震が関係しているのか？ 電話をかけようとするとしばらくお待ちくださいと表示が出てかけれない。	
		②今後、大規模災害等が発生した際に直ちに取り組むべき事項	③左記②等を踏まえ、今後の大規模災害等に備えて取り組むべき事項
事業者が独自に取り組むべき事項		<ul style="list-style-type: none"> ・「災害用伝言板」の早期立上げ ・避難所等へ無料衛星携帯電話の早期提供 	<ul style="list-style-type: none"> ○輻輳時に音声メッセージをファイル化してパケットで伝える仕組みの検討 ○利用促進のため、音声による災害用伝言板の利便性向上 ○災害時にも重要サービスを維持できるネットワークの検討
事業者が共同で取り組むべき事項		—	<ul style="list-style-type: none"> ○各社の災害用伝言板を連携し、システム横断的かつ総合的な閲覧・参照・検索の実現 ◎災害発生後の輻輳回避のためメール等を積極的に活用してもらうようにユーザへの啓発活動の実施
利用者が取り組むべき事項		—	—
国・自治体に取り組むべき事項		—	—

※上欄③については、本検討会・WGにおいて、「優先的に検討すべき事項又は速やかに整理可能と考えられる事項」については、「◎」、「それ以外の事項については、「○」を記載すること。

基地局や中継局が被災した場合における通信手段確保の在り方

①	今回の震災の際に取り組んだ事項	<ul style="list-style-type: none"> ・移動基地局車、移動電源車、発電発電機を使用した応急復旧 ・光ファイバー・マイクロ無線・衛星回線の活用による伝送路の復旧 ・大ゾーン方式による対策 ・無料衛星携帯電話等の貸し出しや無料充電サービスコーナーの設置 ・復旧エリアマップによる復旧状況のお客様周知 ・「災害用伝言板」の利便性向上 	
	利用者から寄せられた主な意見・要望	<ul style="list-style-type: none"> ・「iモード災害伝言板」サービスの操作方法を教えて欲しい。 ・「iモード災害伝言板」サービスも年配の人には使いにくい。メール打つのもやっとなのに、改善するべきだ。 ・地区内の電話回線が不通の際は、ドコモさんより無料携帯電話の貸与をいただきました。また、インターネット ・端末(スマートフォン)を貸し出しいただいております。 ・被災地の為に、衛星携帯の自衛隊への貸し出し、非常用電源車の配置、復旧作業、被災地での各種サービス料金の減額等の支援を行っているのを知って本当に良かったと思っています。 	
		② 今後、大規模災害等が発生した際に直ちに取り組むべき事項	③ 左記②等を踏まえ、今後の大規模災害等に備えて取り組むべき事項
	事業者が独自に取り組むべき事項	<ul style="list-style-type: none"> ・移動基地局車、移動電源車、発電発電機を使用した応急復旧 ・光ファイバー・マイクロ無線・衛星回線の活用による伝送路の復旧 ・大ゾーン方式による対策 ・無料衛星携帯電話等の貸し出しや無料充電サービスコーナーの設置等 ・復旧エリアマップによる復旧状況のお客様周知 ・「災害用伝言板」の利便性向上 	<ul style="list-style-type: none"> ○バッテリーによる救済時間の長時間化 ○衛星エントランス回線の活用・充実 ○マイクロエントランス回線活用による二重化 ○大ゾーン基地局及び重要施設向け大ゾーン基地局の構築 ○復旧エリアマップの機能向上 ○SMSプッシュ配信等メールの有効活用 ○SNS等との連携によるICT活用の更なる推進
	事業者が共同で取り組むべき事項	—	—
	利用者が取り組むべき事項	—	—
	国・自治体に取り組むべき事項	—	—

※上欄③については、本検討会・WGにおいて、「優先的に検討すべき事項又は速やかに整理可能と考えられる事項」については、「◎」、
「それ以外の事項については、「○」を記載すること。

今回の震災を踏まえた今後のネットワークインフラの在り方

	今後、大規模災害等に備えて取り組むべき事項
事業者が独自に取り組むべき事項	<ul style="list-style-type: none"> ○輻輳時に音声メッセージをファイル化してパケットで伝える仕組みの検討 ○利用促進のため、音声の活用による災害用伝言板の利便性向上 ○輻輳時に、より多くの通信を疎通させるための通信方式の検討 ○災害時の高信頼かつ迅速な情報提供の在り方 ○エントランス回線等、衛星方式の更なる活用 ○災害時にも重要サービスを維持できるネットワークの検討
事業者が共同で取り組むべき事項	<ul style="list-style-type: none"> ○商用電源供給断に備えた電源確保の実現方法(リチウムイオン電池等を用いた大容量蓄電システム) ○各社の災害用伝言ダイヤル・災害用伝言板間を連携し、システム横断的かつ総合的な閲覧・参照・検索の実現
利用者が取り組むべき事項	-
国・自治体に取り組むべき事項	<ul style="list-style-type: none"> ○燃料確保と業界への割り当てのルール化

※本検討会・WGにおいて、「優先的に検討すべき事項又は速やかに整理可能と考えられる事項」については、「◎」、「それ以外の事項については、「○」を記載すること。