

**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15日
独立行政法人情報通信研究機構

内容

■ NICTにおける東日本大震災へのこれまでの対応

■ 大規模災害等に有効な通信技術の研究開発課題について

検討項目：

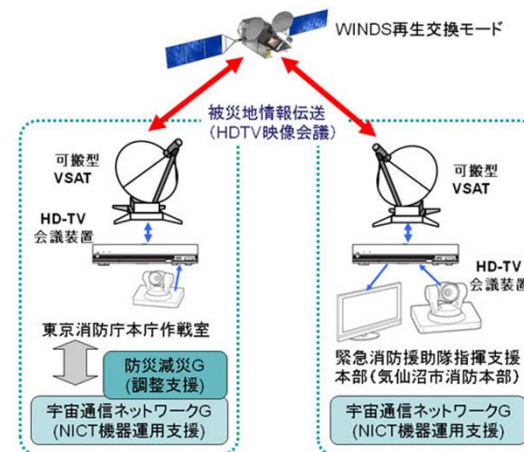
1. 緊急時の輻輳状態への対応の在り方
2. 基地局・中継局が被災した場合の通信手段確保の在り方
3. 今回の震災を踏まえた今後のネットワークインフラの在り方

■ 輻輳軽減のための通信時間制限について

NICTにおける東日本大震災へのこれまでの対応

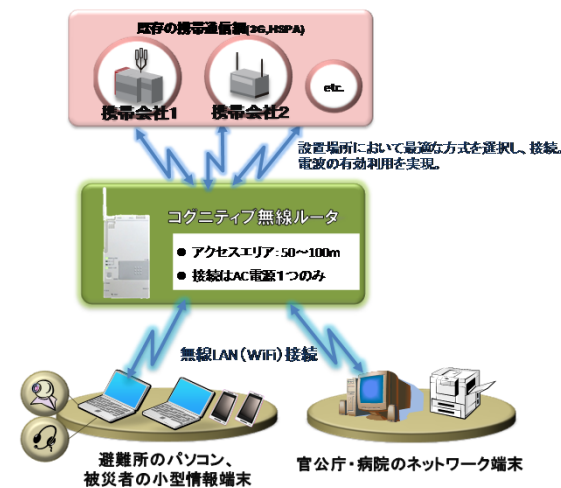
●超高速インターネット衛星「きずな」(WINDS)を用いたブロードバンド回線の確保

- 東京消防庁の要請に基づく支援
3月15日から19日まで、本庁作戦室(東京)と緊急消防援助隊指揮支援隊(気仙沼市)との間でテレビ会議システムを構築
- 航空自衛隊の要請に基づく支援
3月20日から4月5日まで、松島基地(東松島市)と入間基地(埼玉県)の間に仮設のブロードバンド通信網を構築



●「コグニティブ無線ルータ(*)」の被災地への配備

- 避難所、病院等におけるインターネット接続環境の確保
(4月5日以降、5月7日までに岩手県内・福島県内計50箇所以上に配備)
 - 電波状況、トラフィック状況、ルータの稼働状況等の遠隔モニタリングにより余震等で基地局ダウン時でも迅速な復旧が可能
(安全安心ワイヤレスインターネット接続環境の提供)
- ※電波状況に応じて最適なサービスを選択できるNICTが開発したモバイル・ルータ



●航空機搭載合成開口レーダ (Pi-SAR2)を用いた被災状況の調査・公開

- 上空から被災状況のレーダ観測を実施(3月12日早朝)
- NICTのWebサイト上で観測結果を公開(3月12日午後)

Pi-SAR2による岩手県大槌町の上空からの観測結果



大規模災害等に有効な通信技術の 研究開発課題について

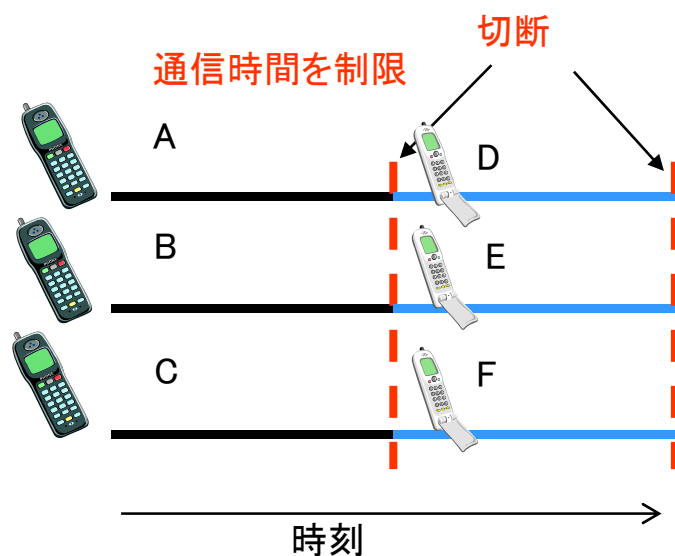
1. 緊急時の輻輳状態への対応

●通信時間の制御技術

- ・災害時の輻輳対策のための発信規制
→発信出来ないため再呼が起これ輻輳の一因に



- ・輻輳制御手段の確立(通信時間制御等の導入)が急務



3回線を6人が使用可能

- 通信時間制限による輻輳軽減技術の開発

2. 基地局・中継局が被災した場合の通信手段確保

●電源不要デバイス等の活用

- ・被災地内のすべてを破壊する激甚災害
→通信路という電気的な“線”を維持することは困難



- ・線が再構築されるまでは、情報を人あるいは車が運ぶという最も原始的な手段の確保が必要

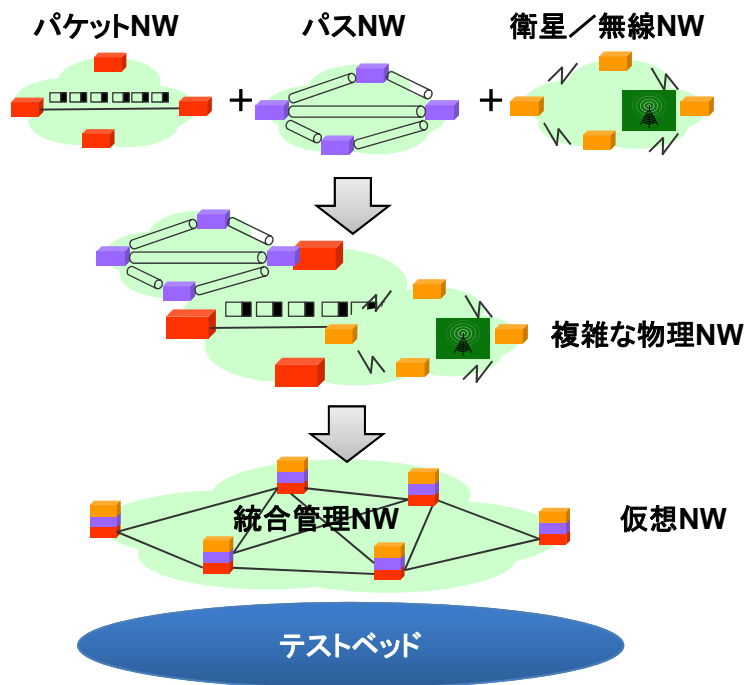


- 基地局停止時に携帯電話端末そのものの運搬や、RFID等の電源不要デバイスの利活用による情報伝達・交換・収集システムの開発
- ・災害対策機関や市民が、主として発災直後からインフラが復旧するまでの間、情報交換や被災調査に活用

3. 今回の震災を踏まえた今後のネットワークインフラ ●ネットワーク構成技術

- ・発生頻度の低い大災害用ネットワークインフラ整備はコスト高で進みにくい
→既存のネットワーク資源の連携運用により低コストで耐災害性の高いインフラ構築が現実的

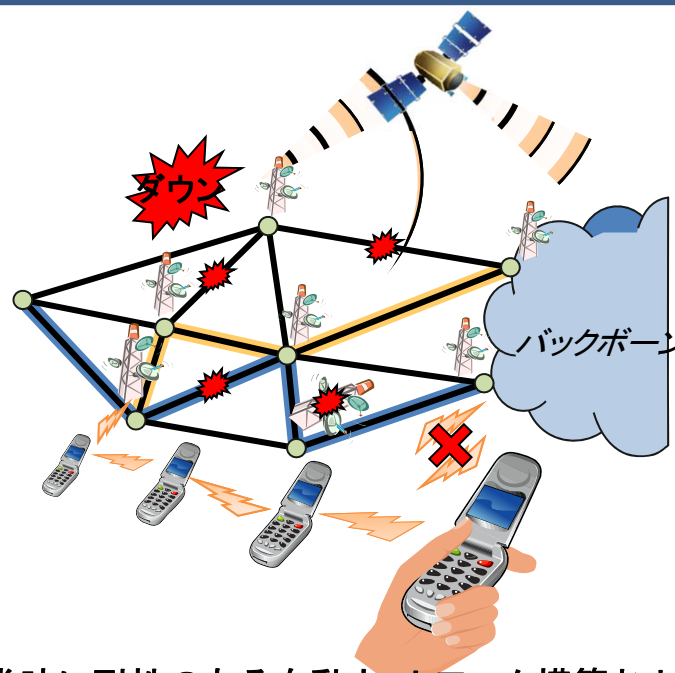
- ・大規模なセンサー群からのデータの流通を保護する等、ネットワーク資源の活用を動的に変更できるネットワーク仮想化技術



- 各種ネットワークを統合して仮想的に一つのネットワークとして管理運用できるネットワーク仮想化技術の研究開発と、JGNテストベッドを活用した実証実験

- ・部分的なダメージでネットワーク間の通信が途絶
→災害対策本部や避難所およびそれらの間の重要通信や情報共有が困難

- ・様々な通信システムが各ノードに接続され、部分的に通信途絶しても全体停止しないようなネットワーク構成技術や、臨時に通信エリアを構築できる無線通信システムの研究開発



- 非常時に耐性のある自動ネットワーク構築および情報共有技術に関する研究開発
- 公共用ブロードバンド通信システムの研究開発
- 衛星通信システム(大容量通信技術や、非常時に柔軟に衛星構成を変更できる技術)の研究開発

3. 今回の震災を踏まえた今後のネットワークインフラ ●無線通信技術の利用1

- ・公共機関等で災害時に重要通信を行う場合、切れにくい回線であることが重要
- ・災害時は少ない基地局数で広い通信エリアを確実にカバーすべき



- ・数が少なくても大ゾーンで利用できるマルチホップ可能なVHF帯小型可搬型基地局/移動局の開発

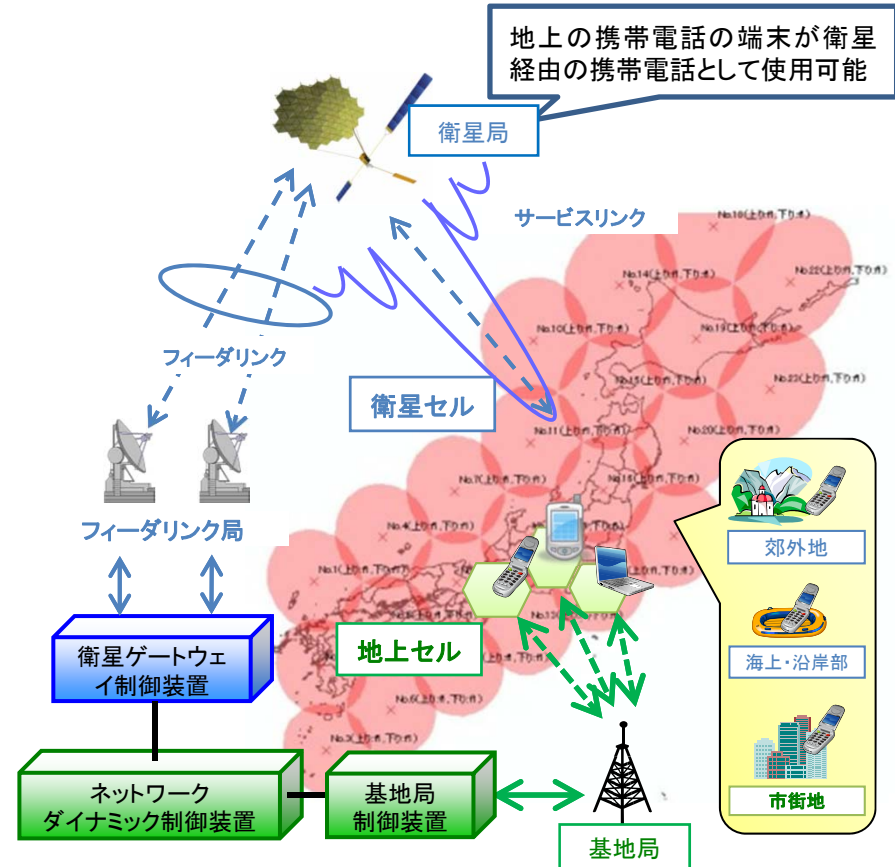


○公共用ブロードバンド通信システムの研究開発

- ・発災直後は地上携帯基地局のすべてが損壊
→人手が入り復旧するまで携帯電話の通話が途絶



- ・発災後の24時間が人命救助には最重要
→発災直後でも衛星経由で携帯電話の通話確保



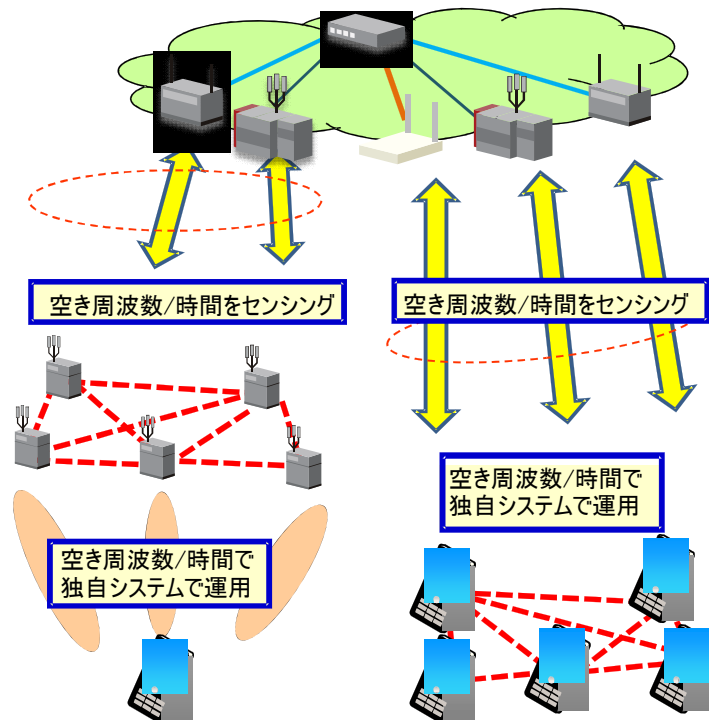
○地上/衛星共用携帯電話システム技術の研究開発
・Sバンドによる地上/衛星系の周波数共用

3. 今回の震災を踏まえた今後のネットワークインフラ ●無線通信技術の利用2

・使用可能な周波数・通信媒体がわからず無線システムが使えない



・空いている周波数や時間を自動でサーチして回線状況を認識し利用するフレキシブルで自律可能な無線通信ネットワーク



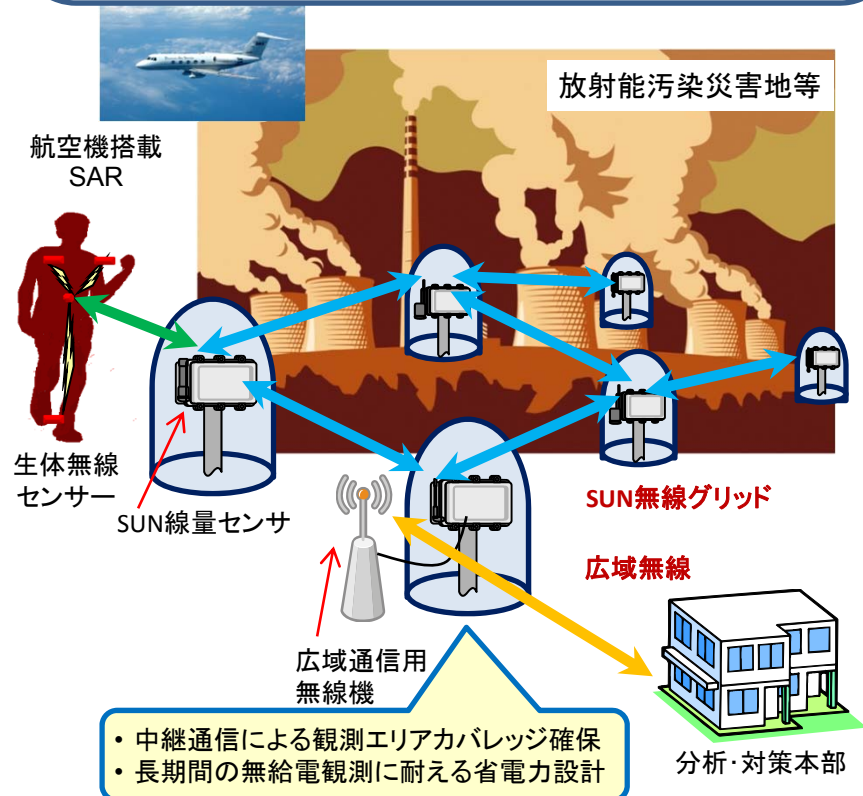
- ホワイトスペース無線通信ネットワークの研究開発
- コグニティブルーター/無線機の研究開発

・災害時に無人でリアルタイムに環境を監視
・夜間を含めて地形変化等を監視



災害時に有用なセンサーネットワークの研究開発

- ・省電力(バッテリー動作)で自立的なシステム
- ・状況把握のための高分解能な合成開口レーダ



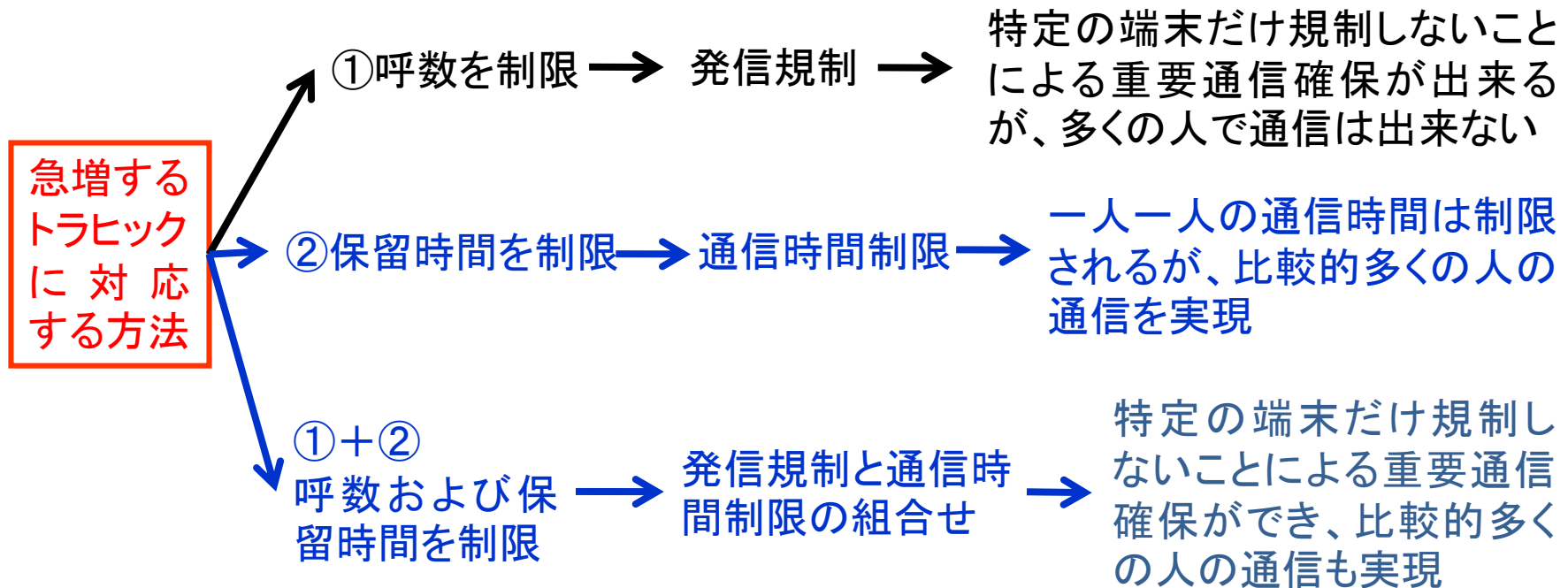
- ・中継通信による観測エリアカバレッジ確保
- ・長期間の無給電観測に耐える省電力設計

- スマートユーティリティネットワーク(SUN)網の研究開発
- 災害モニタリングデータの大容量通信技術と航空機搭載合成開口レーダ技術の研究開発

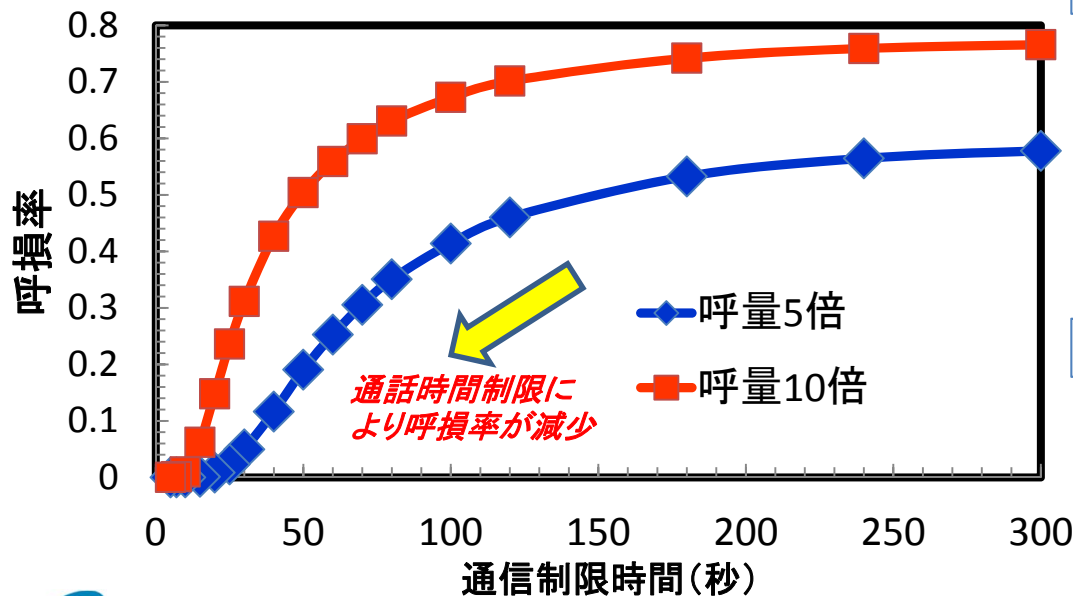
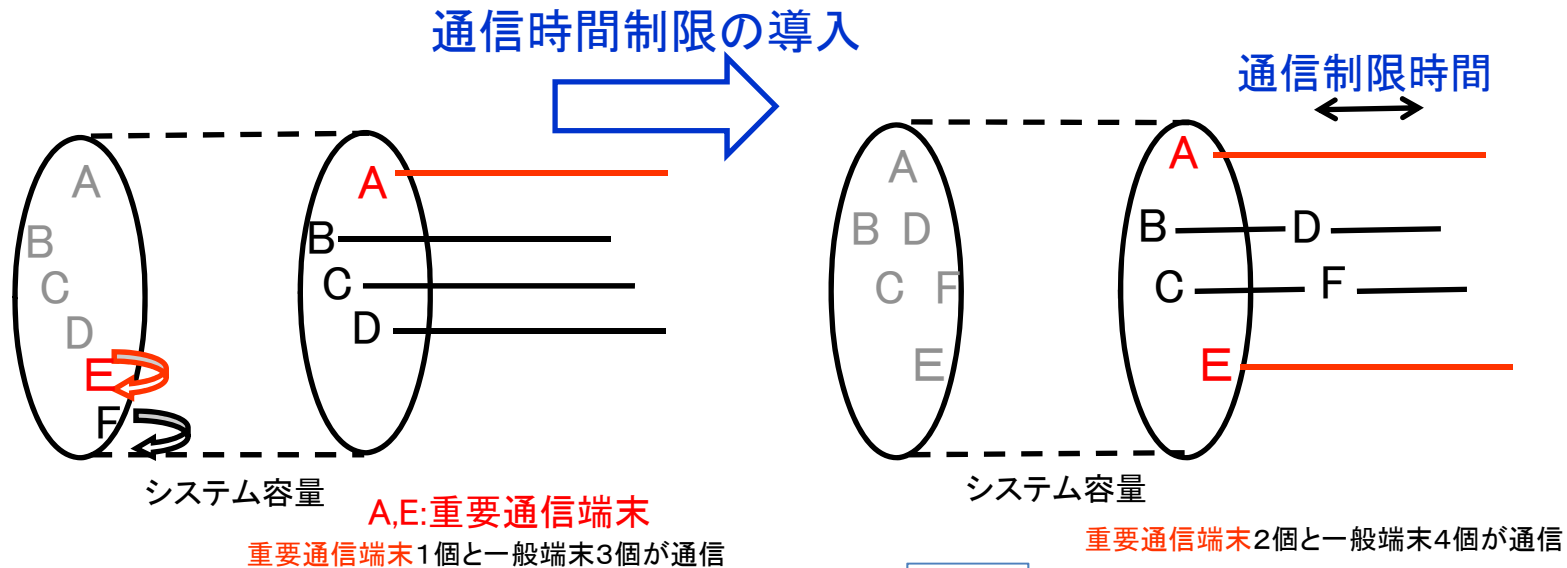
輻輳軽減のための通信時間制限について

通信時間制限の原理

$$\text{トラヒック(呼量)} = (\text{①単位時間当たりの呼数}) \times (\text{②平均保留時間})$$



通信時間制限のイメージ



条件

- ・呼の発生: ランダム
- ・繰り返しセル数: 16セル
- ・チャンネル数: 160チャンネル (1セル当たり10チャンネル)
- ・移動端末の速度: 一様分布 (0~20km)
- ・通信時間制限しない場合の通信時間: 平均120秒の指数分布
- ・生起呼量: 通常の生起呼量を、5.6erl/cell (呼損率が3%になる値) とし、その5倍と10倍

結果

- ・通信時間制限で呼損率が低減
- ・通信時間制限しない場合の呼損率: 約59% (呼量5倍)、約77% (呼量10倍)
- ・通常時と同じ呼損率 (約3%) とした場合、通信制限時間26.5秒 (呼量5倍)、12.5秒 (呼量10倍)

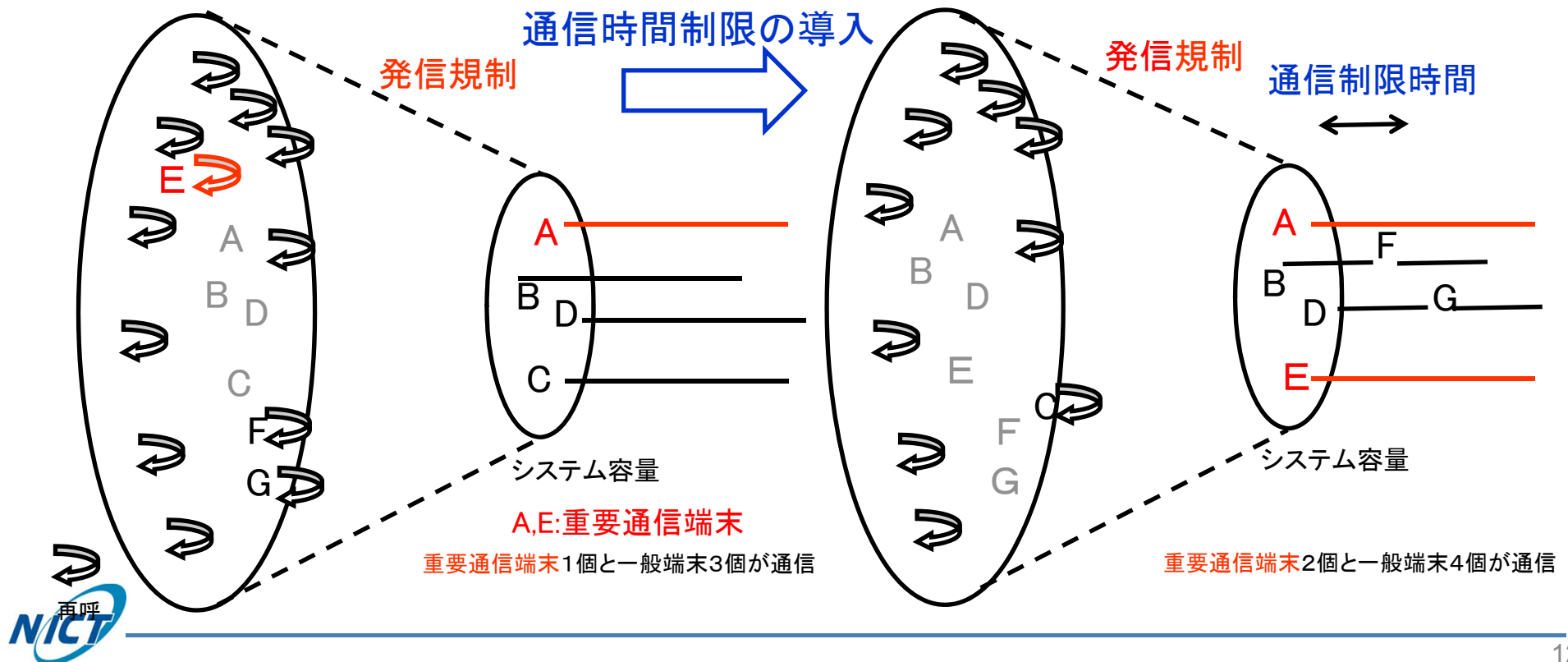
呼量5倍程度を実現するためには発信規制等との組み合わせが必要

発信規制と通信時間制限の組合せ

通信時間の制限方法としては、発信規制により、交換機や信号網の処理能力(システム容量)以内に通信量を制限してシステムを守るとともに、呼量に応じて設定される通信制限時間を越えた端末に切断警告をした上で切断する方法が考えられる。

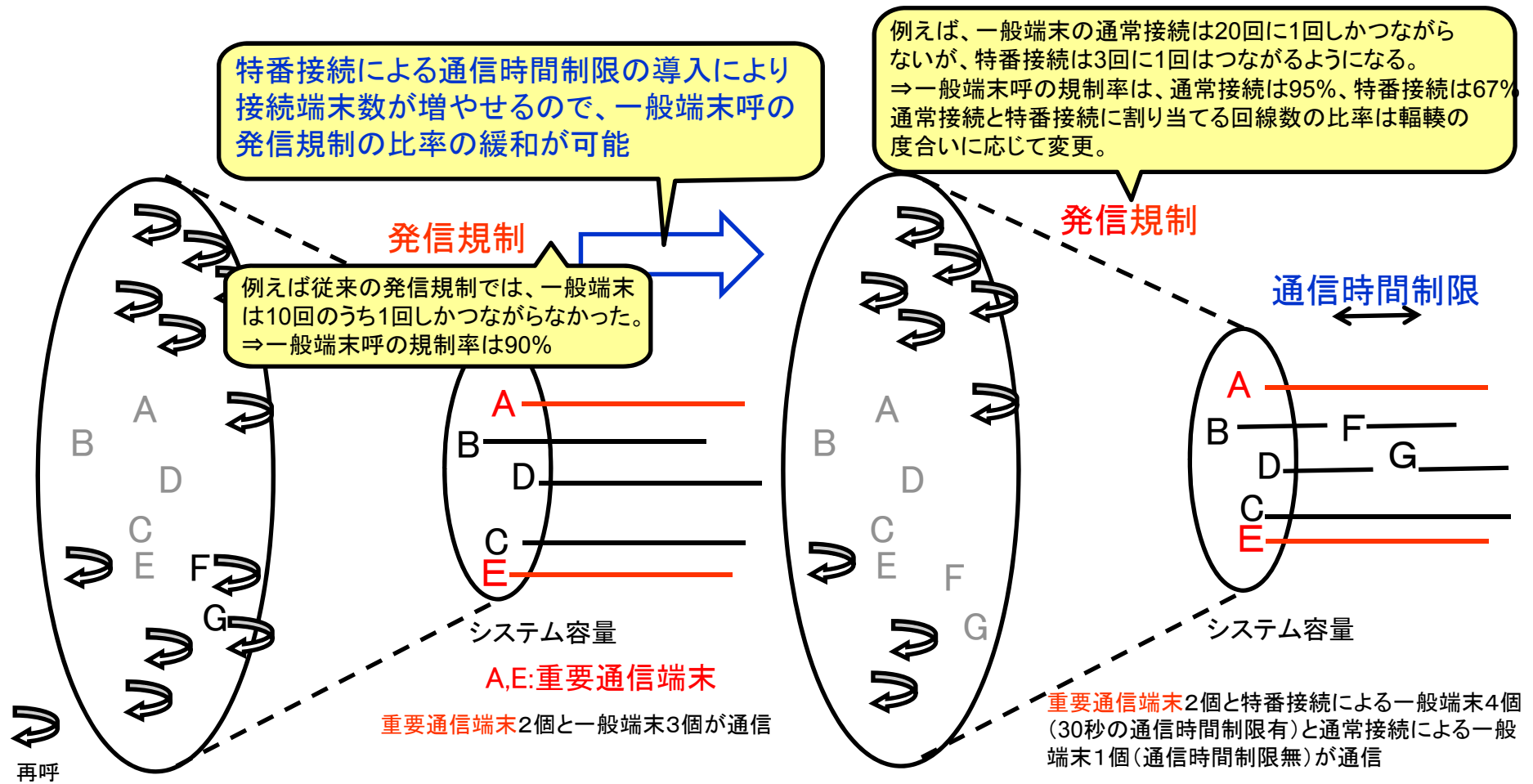
具体的には、例えば

- ①通信時間を一定時間(30秒)に制限(輻輳の程度に応じて通信時間を調整することも一案)、
 - ②通話が切れる何秒か前に警告音を入れる、
 - ③一度つなげた端末からは再呼があっても一定の時間は接続しない、
- といった方法が考えられる。



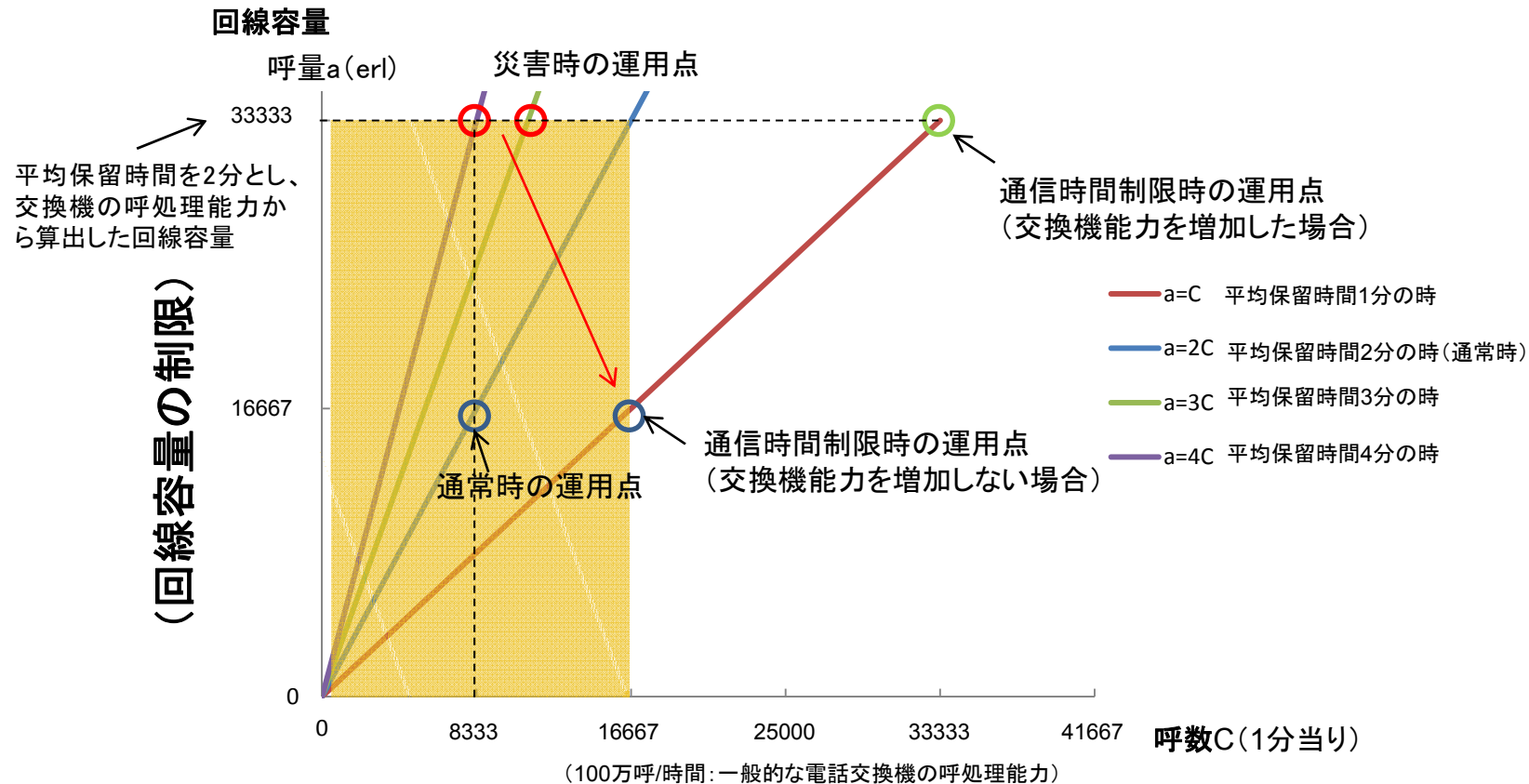
特番接続(1XY)による通信時間制限の導入イメージ

一般加入者の通話時間制限に対する国民的なコンセンサスを得るため、例えば、トラヒックの輻輳時に通話時間制限を許容してもより高い確率での接続を希望するユーザは、特番接続(184や186のような形で通常の電話番号のプレフィクスとして、発信側の優先特番の新たな設定を行い、当該呼は一般呼よりは優先的に接続する代わりに、1回あたりの通話時分を制限するという方法)も考えられる。



交換機における呼数と呼量の関係(分単位で表示)

重要通信の高度化の在り方に関する研究会報告書資料
資料25「交換機における呼数と呼量の関係」を参考に作成



(交換機の呼処理能力の制限)

- ・災害時の平均保留時間を4分とすると通常時の処理呼数しか処理出来ないが、通信時間制限を1分とすると交換機の処理能力まで処理出来ることになり、処理呼数は通常時の2倍になる。
- ・有限な周波数資源を使う無線区間を考えると回線容量を増やすのは難しく、通信時間制限は多くの通信を実現するのに有効。交換機呼処理能力を上げれば、さらに有効性が高くなる。

発信規制と通信時間制限の利点及び留意点

	利点	留意点
発信規制(現在の方法)	<ul style="list-style-type: none"> ・一般通信を発信規制することにより、重要通信の確実な確保に資する。 ・交換機・呼制御サーバの容量や信号網の容量以内に抑えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・通信できない利用者が通信できるまで何度もかけ直すため、なかなか通信需要自体が減らない。 ・多くの一般利用者が通信できない。
通信時間制限	<ul style="list-style-type: none"> ・他の通信の時間制限により、重要通信の確実な確保に資すると考えられる。 ・有限な周波数資源を使っている等のため増加が難しい回線容量を増加させることなく、より多くの通信を実現可能。 ・通信できた利用者は、満足してかけ直ししなくなるため、通信需要自体の減少が一定程度見込まれる。 ・現状より多くの一般利用者の通信が可能。 ・重要通信を行う機関内の一般端末から優先端末への通信も掛かりやすくなる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・通信時間制限のコンセンサス作りが必要。 ・通信時間が短い。 ・呼制御サーバ・交換機の容量や信号網の容量以内での制御とする必要があり、通信時間制限の効果を生かすためには、交換機能力の増強等が必要。 →被災地域をカバーする呼制御サーバと別の呼制御サーバの活用等を検討。
(発信規制)+(通信時間制限)	<ul style="list-style-type: none"> ・発信規制のみ、または、通信時間制限のみでは収容できない多くの通信需要に対応可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・発信規制を受けた一般利用者は通信できない。 ・コンセンサス作りが必要。 →特番接続(1XY)の仕組みの導入。

(参考)総務省「重要通信の高度化の在り方に関する研究会」報告書(平成20年5月)の資料24をベースに追加

通信時間制限導入のステップ(提案)

通信時間制限を導入する場合、事業者の導入の容易さを考慮した以下のステップを提案

STEP1: トーキーによる通信時間短縮の誘導

・例えば、通信開始時に「混雑しておりますので、1分以内にお話し下さい」、1分近くに「もうすぐ1分になります」とアナウンスし、その後、30秒毎に通話の終了要請のアナウンスを繰り返す等

STEP2: 通信時間制限の導入

・呼量に合わせて通信時間を制限する方法と、固定的な時間に制限する方法が考えられる。

- ①ネットワーク側で制御する方法
- ②ネットワーク側が設定する通信制限時間で端末が自ら切断する方法 等

STEP3: 通信時間制限と再発呼規制の導入

・同じ宛先に連続して発信できないようにする仕組みの導入(通信時間制限による再呼も発信規制の対象となる)

- ①ネットワーク側で規制して受け付けない方法＋端末へのメール等を使用したアナウンス
- ②端末自らが再発信しない仕組みの導入 等

1. 緊急時の輻輳状態への対応の在り方

(2) 輻輳状態における一定の通信(災害時優先電話等)の確保(通信規制の在り方等)

①	今回の震災の際に取り組んだ事項		
	利用者から寄せられた主な意見・要望		
		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			
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			○通信品質よりも接続性を優先する仕組み等の検討(時間制限等の仕組みで接続を優先させる技術や、通話品質を落として回線確保等)

※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。

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在り方

(2) 被災地や避難場所等における通信手段の確保・提供などの被災者支援

①	今回の震災の際に取り組んだ事項	(1) 超高速インターネット衛星「きずな」(WINDS)を用いたブロードバンド回線の確保 (2) 「コグニティブ無線ルータ」の被災地への配備
	利用者から寄せられた主な意見・要望	(1) 役立った、より早期に設置して欲しかった等(東京消防庁、航空自衛隊) (2) 情報取得や検索、医療データベースへの接続等で役立った等(被災者、自治体職員、医師、ボランティアスタッフ)
		② 今後、大規模災害等が発生した際に直ちに取るべき事項
		③ 左記②等を踏まえ、今後の大規模災害等に備えて取るべき事項
事業者が独自に取り組むべき事項		○携帯端末をセンサーとして、位置、動き、発呼状況、メール送信状況等複数の挙動情報を用いた被災地での生存確認方法の導入(GPS 等端末検索機能を活用した行方不明者の探索や、災害時の緊急位置情報発信端末の検討等を含む) ◎安否確認サービスの多言語化(NICT では多言語音声翻訳(VoiceTra)の開発実績)
事業者が共同に取り組むべき事項		
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		◎被災地の重要拠点となるべき場所への小口径地球局による衛星インターネット設備の整備 以下の研究開発を国により実施: ○各自治体等での緊急通信用手段(防災無線、MCA 無線、衛星携帯電話、公共ブロードバンドネットワーク等)の検討 ○ブロードバンドな衛星通信技術の開発(NICT は、衛星通信技術(WINDS)の技術開発を実施中) ○通信完全途絶状態における情報収集・交換手段の検討(RFID 等の電源不要なデバイス等を活用したシステムを NICT において開発済) ○コグニティブルータの検討(NICT は、複数の事業者ネットワークを切り替え使用するコグニティブルータを被災地に展開)

3. 今後のネットワークインフラの在り方

(1) 災害時における安全性・信頼性向上や電力消費の節減等に一層配慮した新たなネットワークの在り方

	今後、大規模災害等に備えて取り組むべき事項
事業者等が独自に取り組むべき事項	
事業者等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	以下の研究開発を国により実施： ○複数インフラの組合せ利用による通信の信頼性確保に関する技術（固定、携帯無線、自営無線、インターネット網等の組合せ）（NICTは、有無線統合ネットワーク技術の研究開発を実施中）。 ○電力消費の節減や経済合理性を考慮した新たなネットワークの開発（NICTは、インターネットの改良では克服できない課題に対応する、“新世代ネットワーク”の研究開発を実施）

3. 今後のネットワークインフラの在り方

(2) 新たなネットワークの実現に向けて取り組むべき課題

	今後、大規模災害等に備えて取り組むべき事項
事業者等が独自に取り組むべき事項	◎公共の建物等の比較的安全な場所への基地局設置や、携帯電話基地局と衛星エントランスが簡易に組合せられるシステム、携帯電話基地局と制御局との回線の冗長化等の実現
事業者等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	<p>以下の研究開発を国により実施：</p> <ul style="list-style-type: none"> ○耐輻輳性を重視した技術(通信時間制限や音声メッセージの packets 化など)の検討 ○大規模災害等の非常時にも利用可能な大容量通信衛星の実現(NICT は、実験用通信衛星(WINDS)実証の技術蓄積) ○制御局に繋がらなくても単体で稼働することで、同一基地局内に收容される端末間の通信を可能にする自律型携帯電話基地局の構築の検討 ○継続的なネットワーク接続が困難な状況下で、メールのような非即時性情報について基地局で packets を破棄せず蓄え続け、回線または他の手段による情報運搬機能が回復した際に吐き出すことで基地局間の通信を保ち、面的な情報伝達を維持するネットワーク構築の検討 ○部分的な故障や通信断があっても全体がダウンせず部分的に稼働し続けることで、地域内および隣接地域との最低限の少量メッセージ交換による情報共有を実現できるネットワークの検討 ○非常時に端末から衛星と直接通信できる機能を備えた携帯電話システムの検討(NICT は、地上/衛星共用携帯電話システム(STICS:地上系と衛星系通信システムが同一周波数帯を共用しながらシームレスに通信できる地上/衛星共用携帯電話システム)の研究開発を実施中) ○周囲の電波状況に応じて周波数や方式を変えて通信する技術や、ホワイトスペースを活用したシステムの検討(NICT は、コグニティブ無線の要素技術の研究開発を実施中) ○共通インフラの上に完全に独立したネットワークが共存できる技術を確立して、古いネットワークから新しいネットワークへの持続的な進化を低コストで可能にし、緊急情報と生活情報など重要度に応じてサービスに割り当てる資源をコントロールできる、頑健・柔軟なネットワークの検討(NICTが研究開発を実施中の“新世代ネットワーク”で、システム化を検討) ○災害対策として事前に準備可能ないくつかの機能を自動的に有効とするためのトリガーの検討(携帯端末に対するエリアメールの活用等) ○センサー情報を監視し、情報の自動整理や提供、特異値検出時のアラート送信可能な技術、データ信用性保証技術などの検討