

## 2 非常時通信網構築技術

### 2 Technologies for Emergency Communication Networks

#### 2-1 災害時に携帯電話が使えるために —非常時ネットワーク基盤制御技術の研究開発—

##### 2-1 For High Availability of Mobile Phone —Researches on Network Control Technologies in Disasters—

岡田和則 Hoang Nam Nguyen 行田弘一  
OKADA Kazunori, Hoang Nam Nguyen, and GYODA Koichi

#### 要旨

一般に普及した携帯電話は、普段携帯し使い慣れているため、地震等による大規模災害時には、非常に有効なコミュニケーションツールとなる。しかし、安否確認等の通信需要の大幅な増加による輻輳、伝送路断や停電の長期化による基地局の停波により、使えなくなることも多い。これらの問題に対し、非常時ネットワーク制御基盤技術の研究開発では、通信時間制限、非常時マルチシステムアクセスに関する研究を行った。本論文では、それらを概説する。

Mobile phones come into wide use now and many people usually carry about and are familiar with using them. So, mobile phone becomes a very useful communication tool in large scale disasters. But it often cannot use, because congestion occurs owing to large demand of calls by which people wants to know their family with accidents or without accidents, non-functional base stations occur owing to cable cutting or long time power failure. As countermeasures to these issues, we study the holding time limitation and the emergency multi-system access, in the project of researches on network control technologies in disasters. This paper describes the outline of our studies.

#### [キーワード]

携帯電話, 輻輳制御, 停波基地局, 通信時間制限, マルチシステムアクセス

Mobile phone, Congestion control, Non-functional base station, Holding time limitation, Multi-system access

#### 1 まえがき

一般に普及し、普段携帯し使い慣れている携帯電話は、地震等による大規模災害時には、非常に有効なコミュニケーションツールとなる。停電が

起きた時には、無停電源装置等が設置されていない一般家庭では、多機能電話機、パソコンやルータなどの情報通信機器が使えなくなり、唯一のコミュニケーションツールになる可能性が高い。しかし、多くの一般の携帯電話端末は、安否確認等

の通信需要の大幅な増加による輻輳により、使えない状態になる。また、伝送路断や停電の長期化による基地局の停波により、その基地局がカバーしていたエリアで使えなくなることもある。一方、災害時の通信としては、一般の通信だけでなく、災害の予防や治安の維持などのための重要通信や警察などへの緊急通報(110、118、119番)の確保が、大変重要である。

そこで、本論文では、災害時の輻輳や基地局停波の問題に着目し、重要通信の確保を含めた現状の対策、非常時ネットワーク制御基盤技術の研究開発で行った通信時間制限、非常時マルチシステムアクセスの研究を概説する。

本論文の**2**では災害時の輻輳と現状の対策である発信規制について述べ、**3**で通信時間制限の研究を概説する。**4**で基地局停波と現状の対策について述べ、**5**で非常時マルチシステムアクセスの研究を概説する。最後に、**6**でむすびを述べる。

## 2 輻輳と発信規制

平成7年1月に起きた阪神・淡路大震災では、固定電話は、最大で通常時の50倍という通信要求があり輻輳が問題[1]となったが、当時、携帯電話は約400万台の加入であり、輻輳はあまり問題にならず「携帯電話は災害に強い」とまで言われていた[2]。しかし、その後、携帯電話は、一般に普及し、災害時に多くの人々が安否確認等に使いたいと思うようになり、平成15年5月の宮城県沖地震では、東北地域の携帯電話から発信された地震直後から3時間後までの総通話量は通常時の約30倍に膨れ上がり、掛かりづらい輻輳状態になった[3]。さらに、平成16年10月の新潟県中越地震では、発災直後から約6時間、新潟県への通信要求が殺到し、一時、通常時の約45倍の通信要求が発生した[4]。その後の大きな地震でも、輻輳が発生しているのが現状である。

この輻輳に対しては、現在、重要通信の確保のため、予め契約している優先端末以外の一般の端末の発信動作を、基地局から報知される規制情報により一定の割合で無効とする発信規制が行われている。重要通信の確保は、電気通信事業法の第8条で、「天災、事変その他の非常事態が発生し、又は発生するおそれがあるときは、災害の予防若

しくは救援、交通、通信若しくは電力の供給の確保又は秩序の維持のために必要な事項を内容とする通信を優先的に取り扱わなければならない」と定められている。また、電気通信事業者は、必要があるときは、総務省令で定める基準に従い、電気通信業務の一部を停止することができる<sup>とされている</sup>。そして、優先端末は、電気通信事業法施行規則第56条で指定される機関を持つことができる<sup>ことになっている</sup>。具体的には、総務省公示第584号で指定されていて、気象庁などの府省庁、都道府県、市町村、消防庁、警察庁、電力会社、ガス事業者、電気通信事業者、大学から幼稚園までの教育機関、日本銀行から信用金庫までの金融機関などと、非常に広範囲に渡っている[5]。各機関が多く<sup>の優先端末を持つことになれば</sup>、今後、優先端末も輻輳が問題になる可能性は十分に予想される。

発信規制は、通信の量を表す呼量を減らすことになるので、重要通信の確保という目的だけでなく、過負荷によるシステムダウンを避けるためにもなっている。

発信規制の規制率については、例えば、新潟県中越地震で、ある携帯電話事業者の関東・甲信越の基地局において最大75%、新潟県内の基地局では、最大87.5%の発信規制が行われている[4]。このような規制率では、一般の携帯電話端末は、ほとんど使えなくなる。このため、一般の人の安否確認用に、携帯電話のweb機能による災害用伝言板サービスが各携帯電話事業者により災害時に提供されている[6]-[9]。また、阪神・淡路大震災を教訓に開発された音声蓄積サービスである災害用伝言ダイヤルサービス[10][11]も提供されている。

## 3 通信時間制限

安否確認をする際に重視することとして、「短い通話(30秒程度)でもかまわないので、すぐに、相手にじかにつながること」が76.2%、「すぐにではなくても、必ず、相手にじかにつながること」が15.8%、「すぐに、相手には同時につながらなくても、伝言版のような記録・登録媒体で確認できること」が6.2%というアンケート結果[12]がある。「じかにつながる」、即ち、通話への要望が強いことが分かる。このように、災害時に多くの通話が

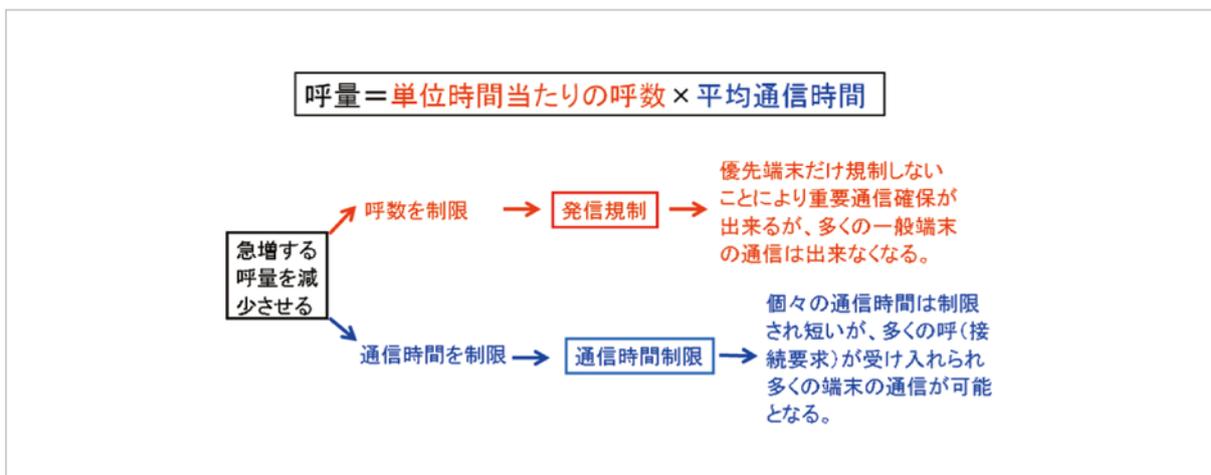


図1 発信規制と通信時間制限

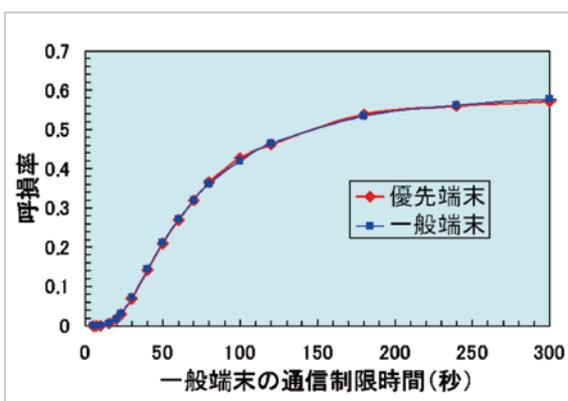


図2 通信時間制限の呼損率特性

出来ることは重要であり、通信時間制限が提案[13][14]された。そして、実用化を目指して様々な検討を行った。

呼量は単位時間当たりの呼の総延べ通信時間であるので、図1に示すように、単位時間当たりの呼数と平均通信時間の積で表せる。発信規制が呼数を制限し呼量を減少させるのに対し、通信時間制限は通信時間を制限し平均通信時間を減少させることで呼量を減少させる。発信規制では、優先端末だけ規制しないことにより重要通信の確保が出来るが、多くの一般端末の通信は出来なくなる。しかし、通信時間制限では、個々の通信時間は制限され短い、多くの呼(接続要求)が受け入れられることが可能となる。

優先端末の通信時間を制限するのは適切ではないため、一般端末の通信時間のみ制限したシミュレーション結果[15]を図2に示す。呼量は通常時の5倍、通信時間制限のない場合の平均通信時間は120秒で、優先端末と一般端末の発生比は、

0.03 : 0.97である。通信制限時間が短くなる程、通信時間が短くなるため、回線が空いて別の呼に回線が割り当てられることが多くなる。すると、呼損になる率は減少し、多くの呼が受け入れられることになる。また、優先端末と一般端末の回線の割り当てに差をつけないため、優先端末と一般端末の呼損率は同じになり、重要通信の確保と短いながらも一般端末の通信の実現の両立が可能になる。

通信時間制限と発信規制の主な特徴を検討した結果を図3に示す。通信時間制限と発信規制でそれぞれ長所と短所が挙げられる。通信時間制限の長所としては、まず、多くの一般端末の通信が可能になることや、呼損率の減少によって掛かりやすくなることにより、重要通信の確保に利用出来ることが挙げられる。さらに、重要通信機関であっても、全ての端末が優先端末に出来るわけではなく、重要通信機関内の一般端末から優先端末への通信も重要であると考えられる。掛かりやすくすることは、このような一般端末からの通信も多く実現できるようになるため重要通信機関にとっても有益であると考えられる。

また、災害時の通信要求は強いものであるため、通信が出来ない時は再呼を繰り返すことが多く、通信需要がなかなか減少しない。通信時間制限により、少しでも多くの通信を実現することは、通信需要自体の減少が見込まれ、輻輳の軽減にもつながると考えられる。特に、災害時は掛かりにくい、一度繋がったら長時間繋いだままにする場合[16]がある。通信時間制限により、このような長時間の回線占有を避け、掛かりやすくするこ

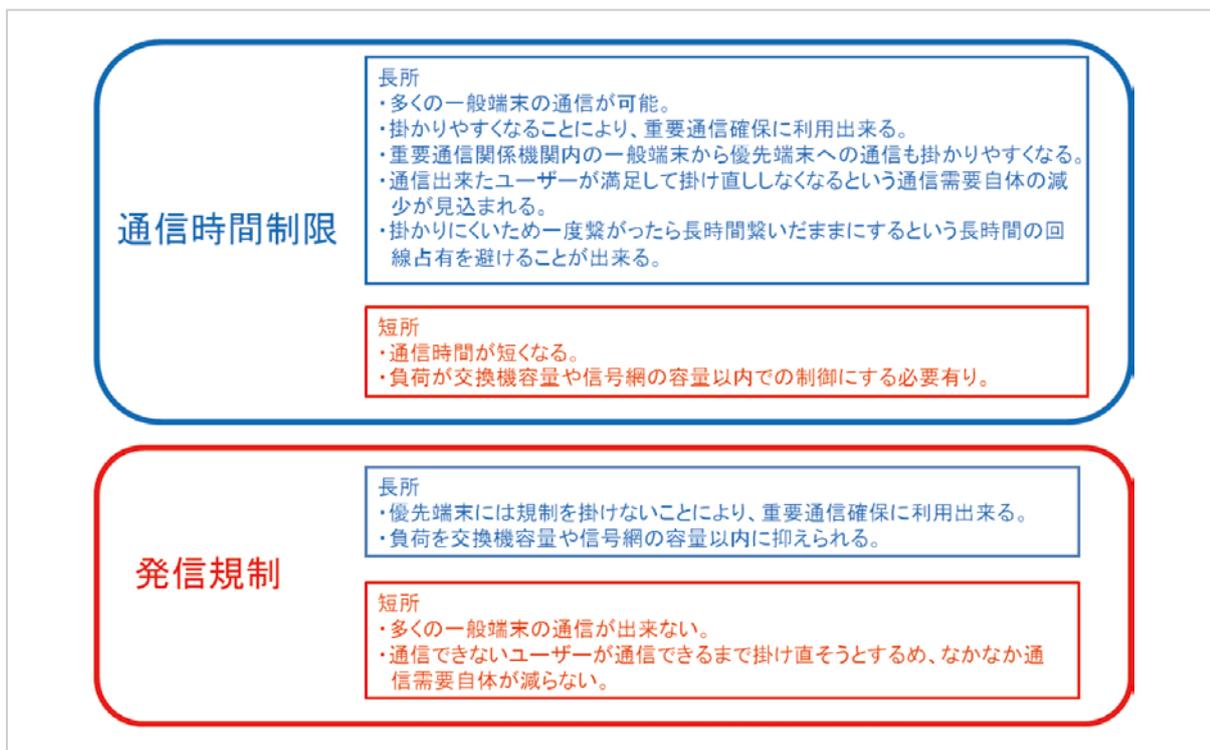


図3 通信時間制限と発信規制の主な特徴

とにより、一般端末の利用者も含め通信を必要としている利用者に少しでも多くの利用機会が与えられることは重要であると考えられる。

しかし、通信時間が短くなってしまいう短所がある。これについては、意味のある通信になるように通信制限時間に限度を設ける必要がある。また、急に通信を切断するのは、利用者に不便であり、さらには、再呼の原因にもなる。そこで、図4に示すように、まず、通信の開始時に通信制限時間をディスプレイ表示や音声などにより知らせるこ

とで、通信時間が制限されていることと、どの位通信出来るのかを利用者に知らせ、通信が手短になるよう誘導する。そして、切断前にはバイブレーションを起こすなどして利用者に切断を警告することが重要である。

通信時間制限は、通信回線の使用についての検討であるが、実際の通信ネットワークでは、交換機や信号網への負荷を考慮する必要があり、これらの容量の範囲内での制御をする必要がある。そこで、図5のように発信規制と通信時間制限を組

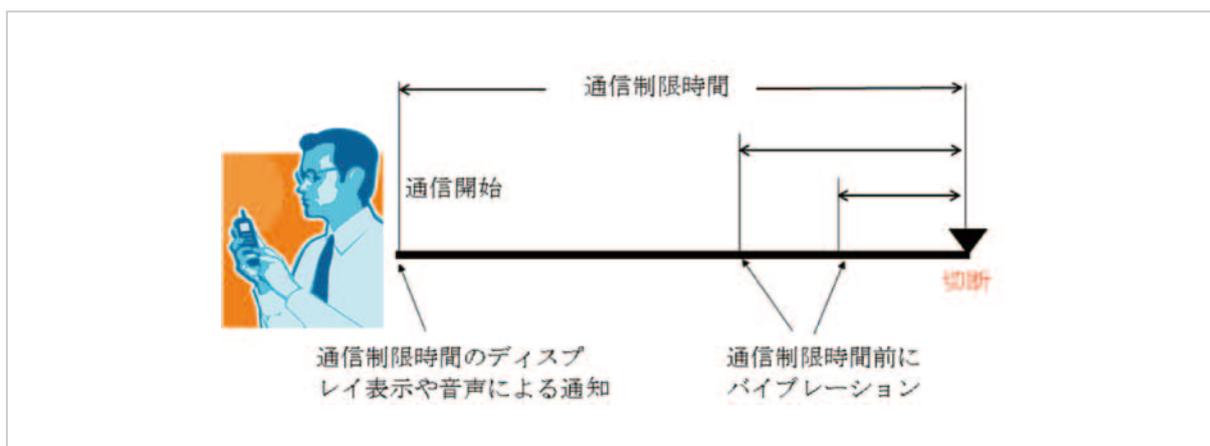


図4 通信時間制限の通知と切断警告の例

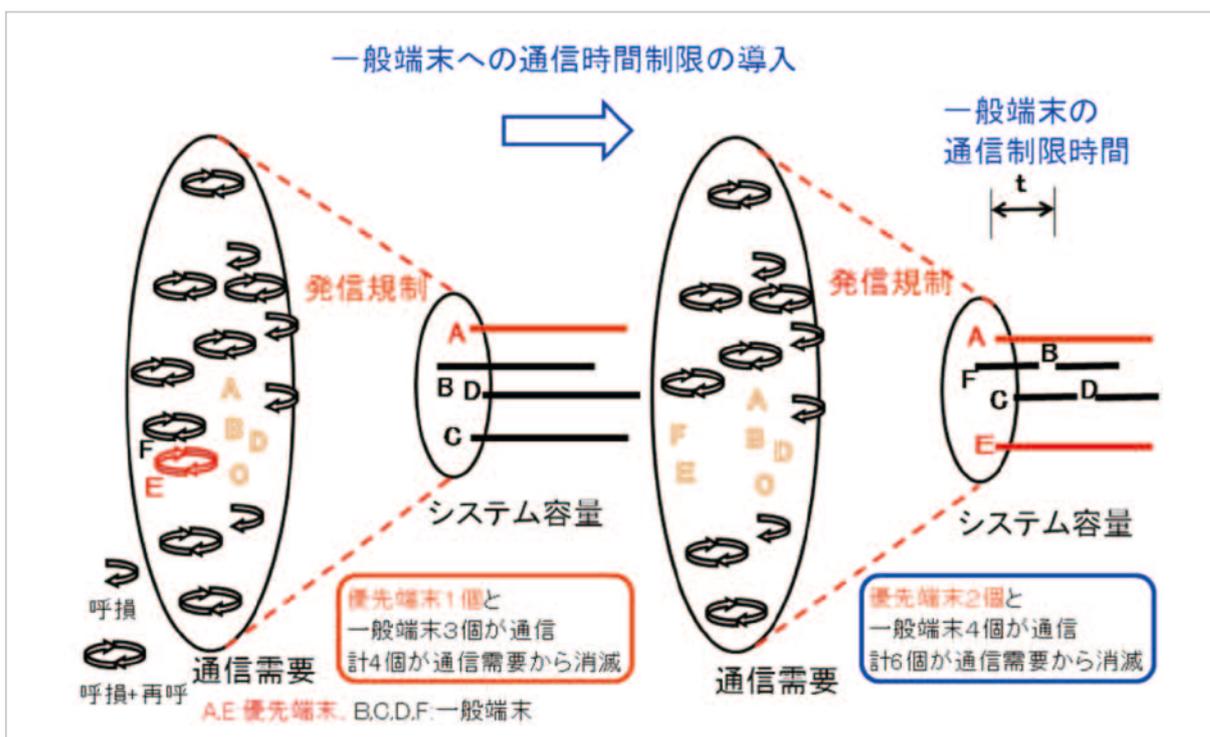


図5 発信規制と通信時間制限の組合せ制御

み合わせ、発信規制により交換機や信号網の容量以内に十分に発信を制限した上で、一般端末への通信時間制限を導入するのが、現在のシステムでは適切であり、両者の長所を生かせると考えられる。

この他、非常時ネットワーク制御基盤技術の研究開発では、通信時間制限を行った場合のトラヒック理論解析も行った[17]。

#### 4 基地局停波問題と対策

新潟県中越地震においては、停電や基地局への伝送路の断線により、基地局の停波が起こり問題となった。停電した場合、基地局に備えてあるバッテリーが稼働するが、長時間の停電や、道路の寸断により移動電源車が行けなかった等で、これが枯渇した。ある携帯電話事業者では、合計61局の基地局が停波した[4]。

基地局を停波させないため、携帯電話事業者は様々な対策を行っている。通信施設の設置場所については、強固な地盤であることや危険物のある施設に隣接しないように配慮し、建物については、耐震、耐火にする。中継系伝送路は、多ルート化する。各基地局にはバッテリーを設置し、交換局等にはバッテリーに加え非常用発電機の設置を行

う。バッテリー切れや非常用発電機の故障等に対応するための移動電源車の配備、道路が寸断された場合などのために持ち運び可能な発動発電機の配備等が行われている[18][19]。

しかし、それでも停波してしまった場合は、隣接する複数の基地局のアンテナの射出角度を制御し停波基地局のエリアを応急的にカバーしたり、移動基地局車や伝送路の断線にも対応できる人工衛星へのエンタランス無線設備を持つ移動基地局車を出動させる等に対応している[18][19]。

#### 5 非常時マルチシステムアクセス

災害時に停波する基地局は、携帯電話事業者のシステムによって異なる。例えば、新潟県中越地震においては、前述したように合計61局が停波した場合もあるが、別の携帯電話システムでは合計37局が停波と、約4割位少ない場合もあれば、合計91局も停波した場合もあった[4]。

また、通信要求の増加量も携帯電話事業者のシステムにより異なる。新潟県中越地震では、発災直後から約6時間、最大で通常時の45倍という場合を前述したが、別の携帯電話システムでは、最大で通常時の約17倍であった、また、別の携

帯電話システムでは、最大で通常時の3~4倍であった[4]。

これらの携帯電話システム毎に異なる状況を踏まえると、停波基地局や混雑している基地局のカバーするエリアにいる端末からの通信を、周波数の利用効率が高く高信頼に確保するには、携帯電話システムの枠を超えた対策が有効であると考えられる。そこで、図6に示すように、契約している普段接続する携帯電話システムの基地局に輻輳や基地局停波によりアクセスが出来なければ、他の携帯電話システムの基地局にアクセスし通信出来るようにする非常時マルチシステムアクセスを提案している。特に、被害の軽減、人命に関わる重要通信や緊急通報を、高信頼に確保するためには、このような携帯電話システムの連携による対策が必要であると考えられる。

しかし、高信頼かつ高効率な非常時マルチシステムアクセスの実現のためには、様々な研究課題が存在する。非常時マルチシステムアクセスの特性評価、災害の種類、規模、発災時刻や、都市か郊外か等の被災地によって異なる重要通信、緊急通報呼量の見積法、携帯電話システムの枠を超えた全体での周波数使用効率を考えたシステム毎及びシステム間の呼受付制御技術、伝搬状況や輻輳

を考慮した適切な基地局選択制御技術、未知の優先端末の高速認証技術やソフトウェアの高速かつ高信頼なダウンロードにより様々な無線方式の基地局にアクセス可能な端末になるソフトウェア無線技術[20]の開発などが挙げられる。

非常時ネットワーク制御基盤技術の研究開発では、まず、停波基地局存在時の呼損率、通信中の強制切断率や受信 CIR などのネットワーク諸特性を、呼量が多い高負荷状態で、停波基地局がランダムに存在する場合と特定域に集中して存在する場合の諸特性を、図7で示すマンハッタンのような都市をサービスエリアとしマイクロセルネットワークを構築したモデルでシミュレーション評価した。その結果、停波基地局が多くなるほど、端末と基地局との距離が遠くなる他、ネットワークの全体容量が少なくなるため、呼損率と強制切断率が増加するが、接続成功呼の平均受信 CIR は、通信中の呼が少なくなることによる干渉の減少が起き、増加することを示した[21]。そして、停波基地局が集中して存在する場合は、停波基地局集中エリアにいる端末は、遠く、かつ、接続要求が集中する停波基地局集中エリアに隣接する基地局に接続要求することが多くなるため呼損率が高くなることを示した[21][22]。

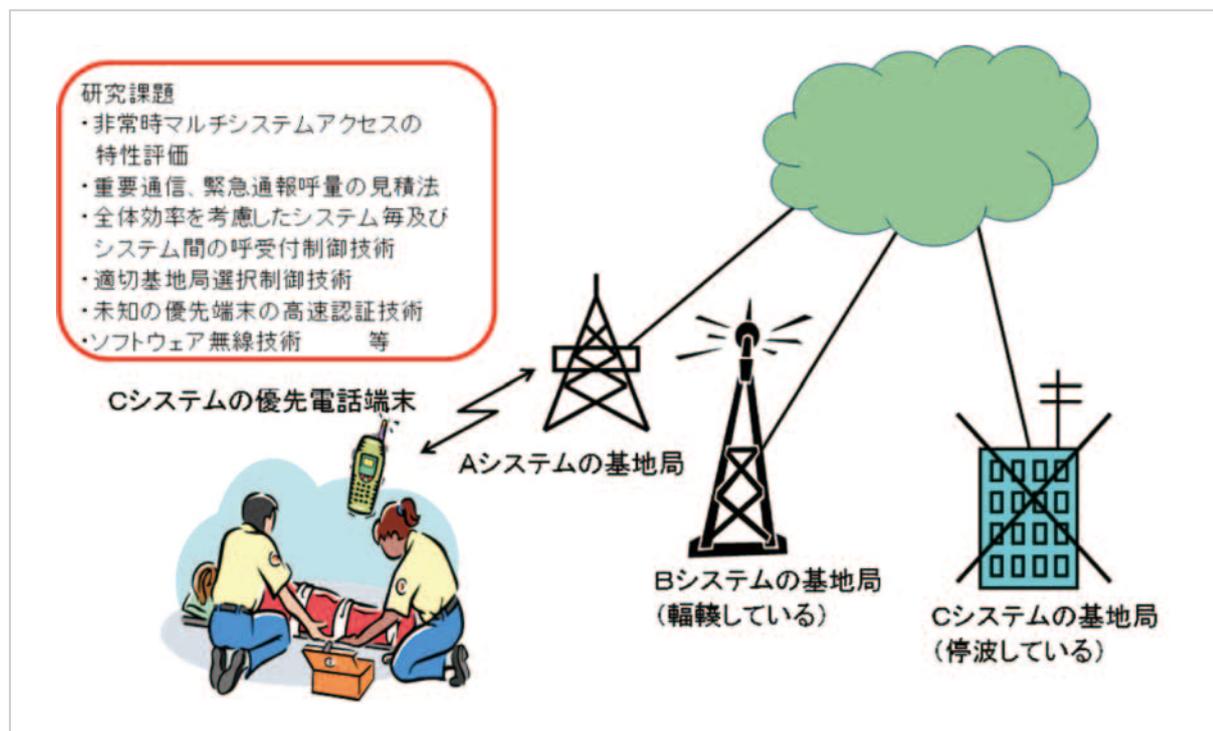


図6 非常時マルチシステムアクセス

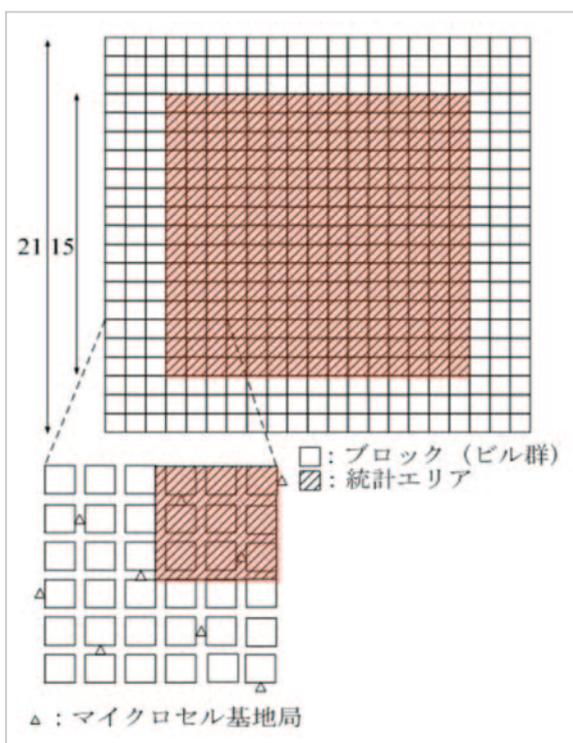


図7 サービスエリア構成

この停波基地局集中エリアの呼損率が高くなる問題に対し、非常時マルチシステムアクセスを用いた場合の特性評価を、同一エリアに停波基地局集中エリアが存在するシステムと正常なシステムの2つが存在する場合を想定し、シミュレーション評価を行った。その結果、停波基地局集中エリアが存在するシステムで、最終的に通信出来ない確率を示す通信損失率が、最も問題になる停波基地局集中エリアの中心部でも大きく改善することが示された[23]–[26]。また、非常時マルチシステムアクセスにおいて、通信可能な基地局の中で受信電界強度の最も強い基地局を選択することを提案し、W-CDMA ネットワークにおいて通信損失率が低くなることを示した[27][28]。また、自システムの呼損率の状況を考慮したうえで、他システムからの受入を決めるシステム間の受入制御を提案した[29]。

## 6 むすび

一般に普及し、普段携帯し使い慣れているため、地震等による大規模災害時には、非常に有効なコミュニケーションツールとなる携帯電話について、輻輳や基地局停波の問題に着目し、重要通

信の確保を含めた現状の対策を概説し、提案している通信時間制限と非常時マルチシステムアクセスの検討を紹介した。本研究開発では、この他にも、無線 LAN の QoS 保障のため IEEE で標準化されている IEEE 802.11e の環境下で、高負荷をかけた時に急激な QoS の劣化が起こることを示した[30][31] 研究等を行った。

輻輳や基地局停波時でも、携帯電話を通信可能とすることは非常に困難な課題であるが、災害時の携帯電話への通信需要は、重要通信の関係者はもちろん、一般の人々にとっても大変強いものであり、様々な技術を研究開発し、それらを結集させ、携帯電話利用者の満足度を向上させることは、重要なことである。

また、災害時という環境は、いわば、特殊な場合であるが、重要通信や緊急通報のように、真に通信が必要な場合でもある。大規模災害時でも、一般の利用者の満足を得ながら、確実に携帯電話による重要通信や緊急通報の確保が出来るようにすることは、将来の携帯電話を考える時、携帯電話ネットワークの果たすべき重要な要件の1つであり、根本的なアーキテクチャからの検討が必要であると考えられる。

平成 23 年 3 月 11 日、マグニチュード 9.0 という巨大地震が、岩手県沖から茨城県沖までの南北約 500km、東西約 200km の広範囲を震源域にして起こった。さらに、この地震により場所によっては波高 10 メートル以上の大津波が起こり、甚大な被害が発生した。この東日本大震災で、携帯電話は、4 事業者合計で、最大約 14,800 局の基地局が停波し、携帯電話が使えないエリアが多数発生した。また、首都圏では、電車が止まり、多くの帰宅難民が発生し、携帯電話は輻輳して、通話が出来ない状態になった。改めて、本研究テーマの重要性を実感している。今後も、災害時に携帯電話が使えるための研究が推進されることを強く期待する。

## 謝辞

本研究を行うにあたり様々な支援を頂き、また、本論文の執筆の機会を与えて頂いた滝澤修防災・減災基盤技術グループリーダーに感謝の意を表す。

参考文献

- 1 武井務, “阪神・淡路大震災における通信サービスの状況,” 電子情報通信学会誌, Vol. 79, No. 1, pp. 2–6, Jan. 1996.
- 2 “災害発生!でも業務は止められない,” 日経コミュニケーション, 2005年8月1日号, pp. 40–50, Aug. 2005.
- 3 総務省東北総合通信局, “災害時における情報通信システムの利用に関する検討会 第1次報告書,” pp. 1–12, Jun. 2003. (<http://www.ttb.go.jp/saigai/houkoku/index.html>)
- 4 総務省総合通信基盤局, “平成16年新潟県中越地震 電気通信事業における被害・復旧等の状況及び今後の対応,” 災害時の電気通信サービス確保に関する連絡会報告書, pp. 6–19, Dec. 2004.
- 5 総務省総合通信基盤局, “「重要通信の高度化の在り方に関する研究会」について,” 重要通信の高度化の在り方に関する研究会資料1-3, pp. 30–38, Nov. 2007. ([http://www.soumu.go.jp/joho\\_tsusin/policyreports/chousa/jyuyou-t/071122\\_1.html](http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/policyreports/chousa/jyuyou-t/071122_1.html))
- 6 <http://www.nttdocomo.co.jp/info/disaster/index.html>
- 7 [http://www.au.kddi.com/notice/saigai\\_dengon/index.html](http://www.au.kddi.com/notice/saigai_dengon/index.html)
- 8 <http://mb.softbank.jp/scripts/japanese/information/dengon/index.jsp>
- 9 <http://www.willcom-inc.com/ja/info/dengon/index.html>
- 10 橋本博明, 小林充佳, 竹田直樹, “災害用伝言ダイヤルの運用開始,” NTT技術ジャーナル, Vol. 10, No. 3, pp. 89–91, Mar. 1998.
- 11 <http://www.ntt-east.co.jp/saigai/voice171/index.html>
- 12 中村功, “災害時の情報通信ニーズ 重要通信と関連して,” 重要通信の高度化の在り方に関する研究会資料2-5, p. 12, Dec. 2007. ([http://www.soumu.go.jp/joho\\_tsusin/policyreports/chousa/jyuyou-t/pdf/071207\\_1\\_si2-5.pdf](http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/policyreports/chousa/jyuyou-t/pdf/071207_1_si2-5.pdf))
- 13 岡田和則, “災害等における携帯電話の通話時間規制の検討,” 信学技報, RCS2000-103, pp. 81–86, Sep. 2000.
- 14 K. OKADA, “Limiting the Holding Time in Mobile Cellular Systems during Heavy Call Demand Periods in the Aftermath of Disasters,” IEICE Trans. Fundamentals, Vol. E85-A, No. 7, pp. 1454–1462, Jul. 2002.
- 15 K. OKADA, “Limiting the Holding Time Considering Emergency Calls in Mobile Cellular Phone Systems during Disasters,” IEICE Trans. Commun., Vol. E89-B, No. 1, pp. 57–65, Jan. 2006.
- 16 日本自動車連盟, “JAFの災害時救援活動における通信について,” 重要通信の高度化の在り方に関する研究会資料5-3, p. 2, Feb. 2008. ([http://www.soumu.go.jp/joho\\_tsusin/policyreports/chousa/jyuyou-t/pdf/080212\\_1\\_si5-3.pdf](http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/policyreports/chousa/jyuyou-t/pdf/080212_1_si5-3.pdf))
- 17 Y. TAKAHASHI, Y. SHIKATA, K. OKADA, and N. KOMATSU, “Multi-Server Loss System with T-Limited Service for Traffic Control in Information Networks,” Proceeding of IEEE ICCCN2007, pp. 491–496, Honolulu, Aug. 2002.
- 18 NTTドコモ, “重要通信の現状及び課題について,” 重要通信の高度化の在り方に関する研究会資料3-8, pp. 9–14, Dec. 2007. ([http://www.soumu.go.jp/joho\\_tsusin/policyreports/chousa/jyuyou-t/pdf/071221si3-8.pdf](http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/policyreports/chousa/jyuyou-t/pdf/071221si3-8.pdf))
- 19 NTTドコモ, “どうなる! 災害時の携帯電話,” ドコモレポート, pp. 1–11, Aug. 2007. ([http://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/info/news\\_release/report/070824.pdf](http://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/info/news_release/report/070824.pdf))
- 20 河野隆二, 春山真一郎, “ソフトウェア無線の現状と将来,” 信学論B, Vol. J84-B, No. 7, pp. 1112–1119, Jul. 2001.
- 21 仙波慎也, 岡田和則, 行田弘一, Hoang Nam Nguyen, 滝澤修, “大規模災害時における停波基地局存在時の携帯電話ネットワークの諸特性に関する一検討,” 日本シミュレーション学会多次元移動情報通信網自動設計技術ワークショップ 技術研究報告, JSST-MM2006-18, pp. 9–14, Jan. 2007.
- 22 仙波慎也, 岡田和則, 行田弘一, Hoang Nam Nguyen, 滝澤修, “停波基地局集中時におけるマイクロセルネットワークの特性評価,” 2007年信学会通信ソサイエティ大会, B-5-90, Sep. 2007.
- 23 仙波慎也, 岡田和則, 行田弘一, Hoang Nam Nguyen, “停波基地局集中時における非常時マルチシステムアクセスの特性評価,” 日本シミュレーション学会多次元移動情報通信網自動設計技術ワークショップ 技術研究報告, JSST-MM2007-06, pp. 31–37, Oct. 2007.
- 24 仙波慎也, 岡田和則, 行田弘一, Hoang Nam Nguyen, “マイクロセルネットワークにおける停波基地局集中時の非常時マルチシステムアクセス特性評価,” 信学技報, RCS2007-109, pp. 71–76, Nov. 2007.

- 25 仙波慎也, 岡田和則, 行田弘一, Hoang Nam Nguyen, “マイクロセルネットワークにおける停波基地局集中時の非常時マルチシステムアクセスの特性検討,” 2008 年信学会総合大会, B-5-19, Mar. 2008.
- 26 岡田和則, 鈴木友崇, 仙波慎也, Hoang Nam Nguyen, “マイクロセルネットワークにおける停波基地局集中時の非常時マルチシステムアクセスの呼量特性,” 第 27 回日本シミュレーション学会大会, 6-19, pp. 203–206, Jun. 2008.
- 27 H. N. NGUYEN, K. OKADA, and O. TAKIZAWA, “On the Performance of WCDMA based Emergency Multi-system Access utilizing Selecting Proper Base Station Mechanism,” Proceeding of ATC2008, pp. 313–316, Hanoi, Oct. 2008.
- 28 H. N. NGUYEN, K. OKADA, and O. TAKIZAWA, “Emergency Multi-System Access with Selecting Proper Base Station utilizing WCDMA Networks for Emergency Communications,” Proceeding of Wireless VITAE'09, pp. 530–534, Aalborg, May 2009.
- 29 岡田和則, “携帯電話マルチシステムアクセス制御方法,” 特願 2007-280435, Oct. 29, 2007.
- 30 L. CUI, K. OKADA, and X. CHEN, “A Performance Study on Wireless LAN Considering Emergency Calls in Congested Situation,” 2007 年信学会通信ソサイエティ大会, B-11-14, Sep. 2007.
- 31 L. CUI, K. OKADA, T. KATO, and X. CHEN, “Performance Evaluation on IEEE 802.11e Considering Emergency Calls in Congested Situation,” JCUPT, Vol. 14, Supplement, pp. 50–54, Oct. 2007.

(平成 23 年 3 月 30 日 採録)



おかだ かずのり  
岡田和則<sup>†1</sup>

情報通信セキュリティ研究センター防  
災・減災基盤技術グループ主任研究員  
(2006 年 4 月～2011 年 3 月) / 電  
気通信大学大学院情報システム学研  
究科客員教授 博士(工学)  
通信ネットワーク、移動通信、非常時  
通信



Hoang Nam Nguyen<sup>†2</sup>

情報通信セキュリティ研究センター防  
災・減災基盤技術グループ専攻研究員  
(2006 年 4 月～2011 年 3 月)  
Ph.D.  
Communication Networks for  
Emergency and Crisis  
Management: Issues of System  
Models, Security, Capacity and  
Quality-of-Service



ぎょうだ こういち  
行田弘一<sup>†3</sup>

芝浦工業大学工学部通信工学科准教授 /  
元情報通信セキュリティ研究センター  
防災・減災基盤技術グループ主任研究員  
(2006 年 4 月～2008 年 3 月)  
博士(工学)  
アンテナ工学、非常時無線通信ネット  
ワーク構築技術、災害現場探索ロボッ  
ト間通信技術、災害時等における情報  
伝達

<sup>†1</sup> 現在、ワイヤレスネットワーク研究所宇宙通信システム研究室 主任研究員

<sup>†2</sup> 現在、国立ベトナム大学工業技術大学 講師

<sup>†3</sup> 現在、芝浦工業大学工学部通信工学科 教授

