

モバイルトラフィックと最新ネットワーク技術動向

堀越 功 日経コミュニケーション 編集記者

膨れ上がるスマホトラフィックに複数手段の組み合わせで対応 盲点となるシグナリング(制御信号)問題への対策も急務

2011年から2012年に入り、日本でもスマートフォン急増によるモバイルネットワークへの影響が顕在化し始めた。NTTドコモやKDDIなど高い信頼性を誇ってきた事業者のネットワークですら、昨年から今年にかけて大規模障害が連発する事態になったからだ(資料4-6-7)。事故を重く見た総務省が、両事業者に対して再発防止策を求め、行政指導する事態に至っている。

これはスマートフォンが、これまでのフィーチャーフォンとあらゆる面で異なる性格を持っており、これまでのモバイルネットワークの運用の常識がまるで通用しない

点が背景にある。

スマートフォンが本格化して以降、モバイルトラフィックは1年で2倍ペースの爆発的な増加をたどるようになった。これは、スマートフォンでは開発の主導権が通信事業者から国際的な端末メーカーへと移行したため、ネットワーク側の事情などは考えられずに作られている点が影響している。

「制御信号」(シグナリング)と呼ばれる通信状態の制御のための信号増加も新たな課題の1つだ。「見えにくいトラフィック増」ともいえるこの問題は、NTTドコモ

資料4-6-7 2011年以降に発生した重大な通信障害

●NTTドコモで発生した主な重大事故

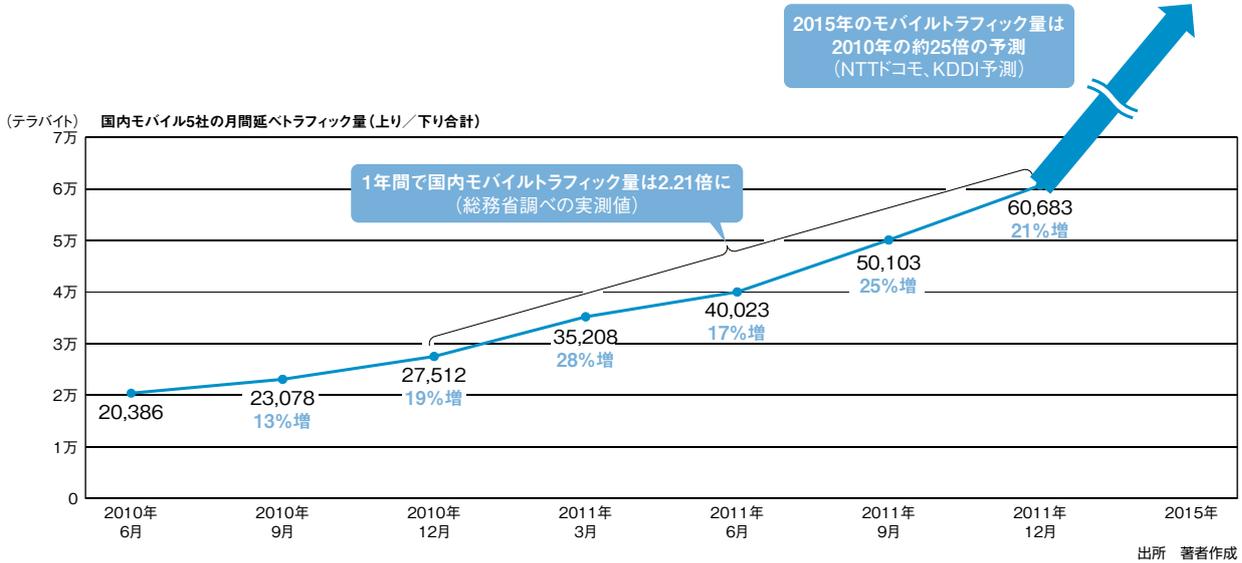
発生日	主な事象	影響利用者数	影響時間	原因
2011年6月6日	携帯電話の音声通話、パケット通信が利用しづらくなる	約150万	13時間9分	利用者の位置情報などを格納するサービス制御装置の故障が発端
2011年8月16日	spモードのパケット通信が利用しづらくなる	約110万	7時間	spモード用中継スイッチが故障したことによってパーストラフィックが発生したため
2011年12月20日	一部の利用者のspモードメールのアドレスが他人のものに置き換わる	約2万	5時間38分	伝送路の故障によってパーストラフィックが発生。ユーザー管理手順の設計ミスによってアドレスが置き換わったため
2012年1月1日	spモードメールが利用しづらくなる	約260万	3時間15分	メールサーバーへの同時アクセス数が上限値を超過したため
2012年1月25日	携帯電話サービスが利用しづらくなる	最大約252万	4時間42分	切り替えたパケット交換機が急増する制御信号(シグナリング)を処理しきれなかったため

●KDDIで発生した主な重大事故

発生日	主な事象	影響利用者数	影響時間	原因
2011年4月30日	スマートフォンのパケット通信が利用しづらくなる	約91万	8時間21分	IPアドレスを割り当てるハードウェア機器の故障
2011年11月2日	携帯電話の音声通話、SMSが利用できなくなる	約110万	7時間34分	加入者交換機の故障
2012年1月25日	携帯電話の音声通話、パケット通信、固定通信サービスが利用できなくなる	約6~8万	3時間30分	中継系伝送路の制御基盤の障害
2012年2月9日	スマートフォンのパケット通信、法人向けパケット通信がしづらくなる	最大約130万	2時間34分	スマートフォン用の中継スイッチの故障
2012年2月11日	携帯電話のメールが利用できなくなる	最大615万	3時間24分	電源装置のトラブル

出所 著者作成

資料 4-6-8 日本国内のモバイルトラフィック量の推移と今後の予測(総務省調べ)



が2012年1月に起こした大規模障害の原因ともなった。

パーストラフィック(瞬間的に突出するトラフィック)を誘引しやすくなった点もスマートフォン本格化時代ならではの变化の1つだ。スマートフォンでは常時接続が当たり前となったため、ネットワークの一部で小さな障害が発生しただけでも圏内にある端末が一斉にネットワークに対して再接続を要求する。その結果、認証系のサーバーなどに対してパーストラフィックが発生し、大きなトラブルを引き起こしやすくなっている。実際、NTTドコモの2011年8月、12月の大規模トラブルは、このようなパーストラフィックが発生したことで引き起こされた。

これらは全世界の携帯電話事業者に共通の課題。本格的なスマートフォン時代に突入するに当たって、新たなネットワーク運用のノウハウをいち早くつかみ、ネットワークを落とさない取り組みが急務となる。

5年で数十倍のトラフィック増に

まずは国内のモバイルトラフィックの現状を詳しく見ていこう。総務省は2010年から国内モバイル事業者5社(NTTドコモ、KDDI、ソフトバンクモバイル、イー・モバイル、UQコミュニケーションズ)の協力の下、トラフィックの実測データの集計を始めている。この最新結果によると、2011年12月の月間延べモバイルトラフィック量(上り/下り合計)は6万683テラバイトまで膨れ上

がった。前年同月が2万7512テラバイトであったため、2010年から2011年の1年間で、日本国内のモバイルトラフィック量は約2.21倍にも増えた計算になる(資料4-6-8)。仮に1年で2倍のペースで増えていくと、2015年には2010年のトラフィック量の32倍にまで膨れ上がる計算になる。

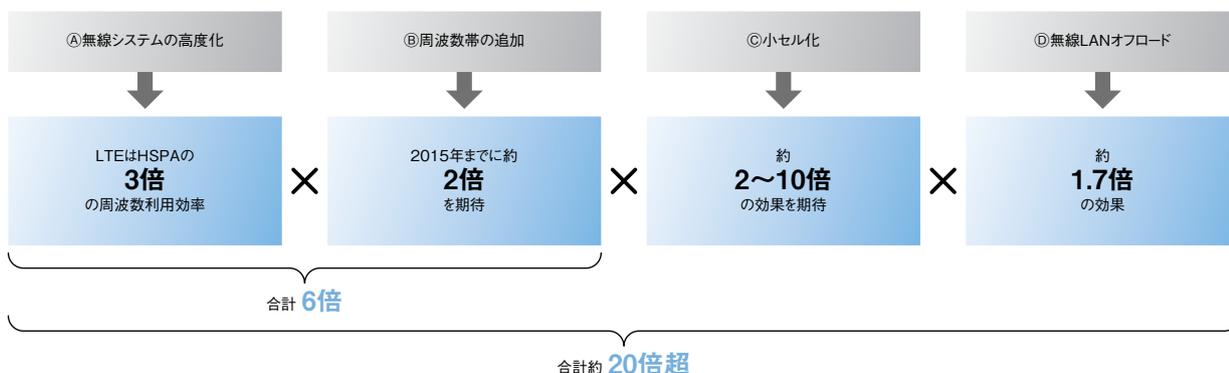
国内事業者によるトラフィック予測も、ほぼ同様の規模となっている。例えばNTTドコモが2011年11月に発表した「中期ビジョン2015」によると、同社の2015年のトラフィック量の予測は2011年の約12倍に膨れ上がるとしている。同社は2010年から2011年にかけてトラフィック量が約2倍となっているため、5年間で約24倍という計算だ。KDDIも2015年のトラフィック量は、2010年の25倍という計算結果を示している。

複数手段で数十倍のトラフィック増に耐える

5年間で数十倍にも膨れ上がるモバイルトラフィックを、これまでと同様の考え方で収容していくことは、ほとんど不可能だ。新たな取り組みを何重にも組み合わせさせてネットワークを支えていくしかない。

利用自体の抑制を促す「帯域制御」「料金施策」を除けば、LTEなどの採用による(A)「無線システムの高度化」、無線リソース自体を増やす(B)「周波数帯の追加」、セル半径を小さくして収容効率をアップする(C)「小セル化」、無線LANへモバイルトラフィックを流す(D)「無

図1 各トラフィック対策とその効果



出所 筆者作成

線LANオフロード」、といった取り組みが必須となる(図1)。

まず(A)の「無線システムの高度化」については、LTEの導入によって、既存のHSPAよりも周波数利用効率は3倍上昇する。LTEによって同じ帯域幅を使っても、3倍多いトラフィックを収容できる効果を見込める。ただ、この効果を得るには、LTE対応端末が利用者に十分浸透する必要がある。

続く(B)「周波数帯の追加」だが、2012年2月にソフトバンクモバイルに割り当てた900MHz帯や、近々割り当てられる700MHz帯、さらに3.4G~3.6GHz帯など、総務省は2015年までにこれまでモバイル事業者に割り当てている帯域とほぼ同等の周波数帯を新たに割り当てる計画だ。これによって、全体で通信容量を約2倍に増やせる効果を期待できる。

(A)と(B)は比較的、効果を期待しやすい取り組みだ。ここまでで約6倍のトラフィック増に耐えられる計算になる。

小セル化でポイントとなる干渉の制御

続く(C)の「小セル化」は、セルを小さくすることで同一セルに収容するユーザーを減らし、1ユーザー当たりの無線リソースを増やす取り組みだ。条件次第では、2~10倍近い収容効率のアップを期待できるだろう。

ただ、セルを小さくすればするほど隣接セルとの干渉が発生しやすくなる点が課題だ。特に、日本ではすでに小セル化やセクタ分割の取り組みが進み、隣接する基地局の距離が100メートル以下になるようなケースがある

など、その効果の見積もりが難しい面もある。

このような課題を解消するために、複数の基地局間で協調して信号を送受信することでセル間の干渉を低減できる技術が注目を集めている。

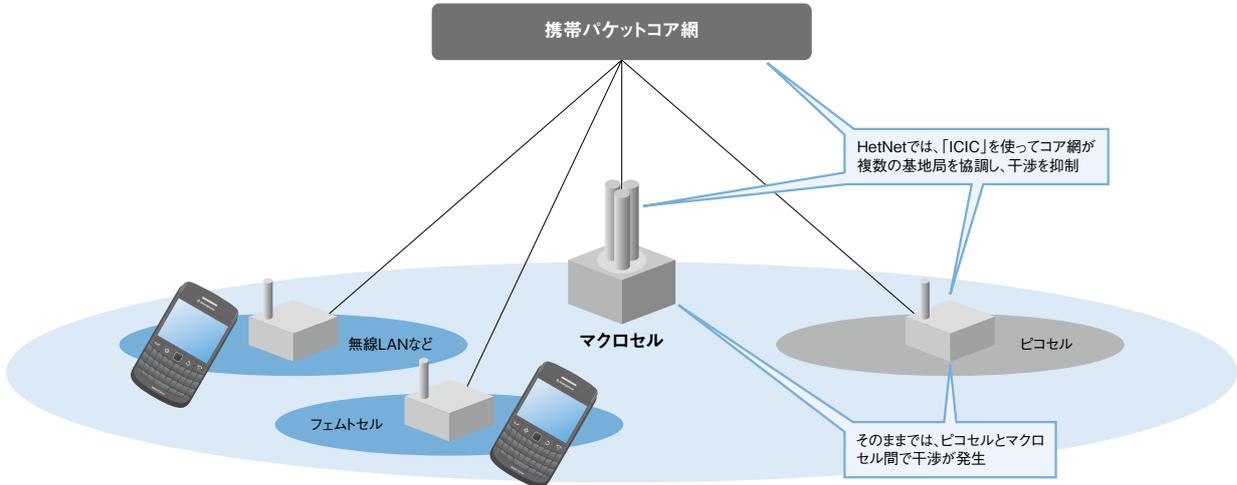
携帯電話システムの標準化団体「3GPP」が2011年3月に固めた3GPPリリース10にて標準化された「HetNet」(Heterogeneous Network)もその一つだ。HetNetは、その名が示す通り、異なったサイズのセルを組み合わせることでネットワークを構成することでトラフィックの収容能力の向上を目指す技術である。

HetNetではマクロセルの中にピコセルを複数配置する。このままではマクロセルとピコセルが干渉してしまう。HetNetでは「ICIC」(Inter-Cell Interference Coordination)という機能を使って、あるタイムスロットごとにマクロセルが送出する電波を止めて、マクロセルが止めたタイムスロットをピコセルが使う。これによって干渉を抑制しつつ、全体の収容能力をアップさせる仕組みだ(図2)。

米クアルコムの実験の結果によると、マクロセルの中に4個のピコセルを配置し、全体で25ユーザーいるとした場合、マクロセルだけの場合と比較して2.2倍の収容能力改善効果が見込めたという。なお、ICICの仕組みなどを入れずに単にピコセルだけを配置する場合は、1.2倍の改善効果しか得られない。

3GPPのリリース11で検討されている「CoMP」(Coordinated Multi-Point transmission/reception)は、ICICによる干渉制御を1段階進めた技術だ。MIMOと同様に複数の基地局と端末が同時に通信し、セルの間

図2 小セル化でポイントとなる干渉制御



出所 筆者作成

にある端末のゲイン（電波受信効率）を上げられる形になる。

HetNetやCoMPのような複数の基地局間の協調のためには、基地局間で高い精度の同期が求められる。そのためか最近に入って各通信機器ベンダーは、複数の無線アンテナを光ファイバーで統合ベースバンドユニットに収容するようなソリューションを相次いで打ち出しつつある。このようなアーキテクチャでは、複数の無線アンテナ間で精度の高い同期が見込める。

無線LANオフロードは課題も多い

最後の(D)「無線LANオフロード」は、自宅や店舗などでは無線LANなどを用いてトラフィックを携帯網から逃がし、ネットワークの負荷を分散する取り組みだ。固定網へとトラフィックがオフロードされる分、モバイルネットワークに余裕ができる。2011年に入って国内の携帯電話事業者が10万規模のスポットを用意するなど、取り組みが目立ってきた。

実際の効果がどの程度なのか、その目安となるデータも出てきた。KDDIが2012年1月に明らかにした資料によると、同社が家庭向けに配布する無線LANルーターによってオフロードされるデータ量は、総利用データ量の約40%という。つまりモバイル側への負担は約40%減るため、約1.7倍のトラフィック増に耐えられる効果が生まれる計算だ。ソフトバンクモバイルも2012年5月、総務省の研究会で無線LANオフロードの効果を明らか

にした。屋外については総トラフィック量の約2割、屋内については約5割を無線LANに誘導できたという。

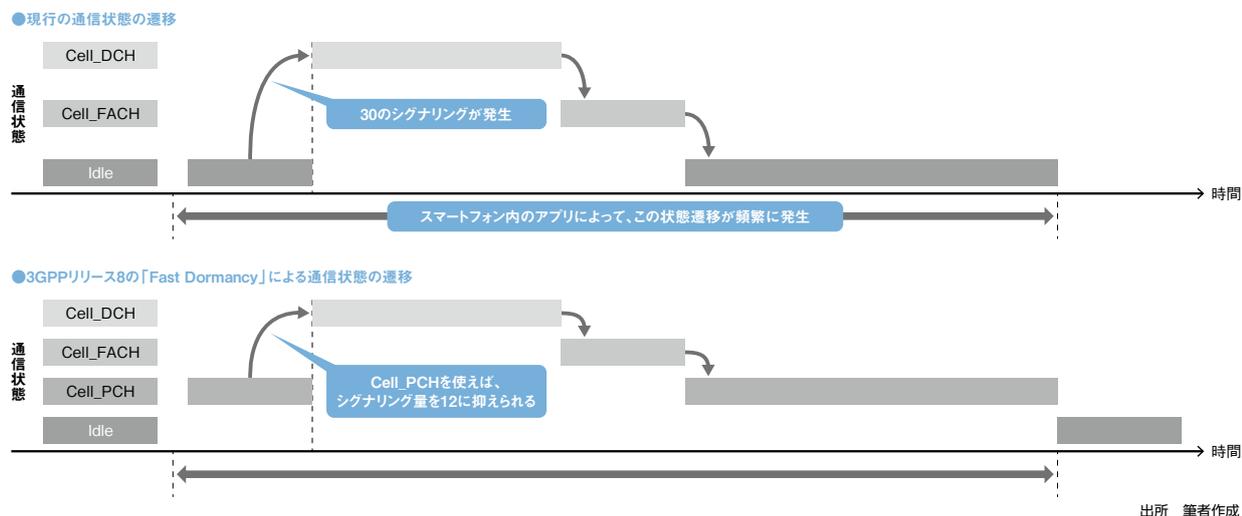
ただ、無線LANオフロードについては「設定が煩雑」「急激に増えた無線LANアクセスポイント間で干渉が発生する」といった課題も指摘されている。このような課題によって、将来にわたって十分な効果が期待できない可能性もある。

そのためか最近になって、携帯電話事業者による無線LANの利用を前提とした標準化の動きが活発化している。なかでも世界の大手通信事業者が参画する「Wireless Broadband Alliance」(WBA)と米シスコシステムズや米インテルなどのベンダーを中心とした「Wi-Fi Alliance」という2つの大手業界団体がタッグを組んで推進する「Next Generation Hotspot」(NGH)に注目したい。

NGHとは、両団体が共同で推進していく新たな公衆無線LANのローミングの仕組みのこと。2011年6月に始まった。今後の広がり次第では、上記に挙げた課題を解消する動きにつながる可能性がある。

NGHでは、端末の認証やネットワークへのアタッチをSIMカードを用いて自動化する仕組みや、事業者間のローミングの精算などを備えている。これによってユーザーに文字列を入力させず、GSMのローミングのようあらゆる事業者の公衆無線LANに接続できる。利用者は煩雑な設定に悩まされなくて済むようになるわけだ。さらに、事業者がローミングによってエリアを賄え

図3 シグナリング増対策となる「Fast Dormancy」



なければ、アクセスポイントの乱発によって干渉が増える事態も避けられる。

世界の携帯電話事業者の業界団体である「GSMA」もNGHを推進することを表明するなど注目度も高く、今後の携帯電話事業者の無線LANオフロードの在り方を左右する存在とも言える。

以上、(A)～(D)の取り組みをきちんと組み合わせれば、少なくとも20倍以上のトラフィック増に耐えられる計算になる。

盲点となる「シグナリング」の増加

最後に、2012年1月のNTTドコモの障害の原因となった、「見えにくいトラフィック増」と言える制御信号(シグナリング)の問題について触れたい。

シグナリングとは、モバイル通信をする際に、端末と基地局、パケット交換機(SGSN)などとの間で、無線通信の状態などを変更するためにやりとりされる情報のこと。このシグナリングがスマートフォンでは頻繁に発生する。この問題は、2010年ころから世界の携帯電話事業者の間で認識され始めた。

携帯網の中で最もシグナリングが発生するのは具体的に、端末の無線通信の状態を切り替えるシーンといわれる。スマートフォンではバッテリーの持ちをよくするために、無線通信がアクティブな「Cell_DCH」という状態から、「Idle」と呼ばれる無線通信がオフの状態へと頻繁に切り替わる。このような状態の切り替わりは、端末

が利用する機能やアプリによって引き起こされる。スマートフォンでは、IM(Instant Message)やVoIPアプリなど頻繁に無線アクセスを要求するアプリが増えてきている。これによってCell_DCHとIdleの状態の切り替わりが頻発し、シグナリングを急増させている。

基地局やパケット交換機が処理できるシグナリング量は、あらかじめ設計された能力によって限界がある。NTTドコモの障害は、交換機の能力を超えたシグナリングが発生したことで輻輳が起き、全体の通信に規制がかかったことで引き起こされた。

シグナリング急増対策としては、基地局や交換機のシグナリングの処理能力を上げる方法の他、不要なシグナリングを抑制するアプローチもある。3GPPリリース8で正式に規定された、ネットワーク側から制御できる「Fast Dormancy」(高速休眠)という技術だ。

Fast Dormancyでは、端末の無線通信の状態として、スリープ状態であるものの位置情報などは維持したままの「Cell_PCH」「URA_PCH」といった状態を規定する。IdleからCell_DCHへの切り替わりと比べ、Cell_PCHやURA_PCHからCell_DCHへの切り替わりはシグナリング量を1/3程度減らせる(図3)。

Cell_PCHやURA_PCHの状態は、端末側とネットワーク側の両者で対応が必要だ。端末メーカーも徐々にシグナリングの問題を認識をしつつある。例えば米アップルはiOS 4.2以降で、Cell_PCHとURA_PCHへの対応を始めている。



[インターネット白書 ARCHIVES] ご利用上の注意

このファイルは、株式会社インプレスR&Dが1996年～2012年までに発行したインターネットの年鑑『インターネット白書』の誌面をPDF化し、「インターネット白書 ARCHIVES」として以下のウェブサイトで公開しているものです。

<http://IWParchives.jp/>

このファイルをご利用いただくにあたり、下記の注意事項を必ずお読みください。

- 記載されている内容(技術解説、データ、URL、名称など)は発行当時のものです。
- 収録されている内容は著作権法上の保護を受けています。著作権はそれぞれの記事の著作者(執筆者、写真・図の作成者、編集部など)が保持しています。
- 著作者から許諾が得られなかった著作物は掲載されていない場合があります。
- このファイルの内容を改変したり、商用目的として再利用したりすることはできません。あくまで個人や企業の非商用利用での閲覧、複製、送信に限られます。
- 収録されている内容を何らかの媒体に引用としてご利用される際は、出典として媒体名および年号、該当ページ番号、発行元(株式会社インプレスR&D)などの情報をご明記ください。
- オリジナルの発行時点では、株式会社インプレスR&D(初期は株式会社インプレス)と著作権者は内容が正確なものであるように最大限に努めました。すべての情報が完全に正確であることは保証できません。このファイルの内容に起因する直接および間接的な損害に対して、一切の責任を負いません。お客様個人の責任においてご利用ください。

お問い合わせ先

株式会社インプレス R&D

✉ iwp-info@impress.co.jp