

2012 年度卒業論文

山田正雄ゼミナール

スマートフォンの普及による
トラフィック急増の問題
～ネット中立性の議論と解決への道筋～

日本大学法学部経営法学科 4年

学籍番号：0940070

清水 雅裕

はじめに

近年、スマートフォンの市場が急速に拡大している。日本国内においても2011年度の出荷台数は2000万台に拡大し、携帯電話の全出荷台数に占める割合も半分以上を超えている。日本でのスマートフォン普及率は2012年度で20%を超え、2015年には50%まで増えると予測されており、年々増加傾向にある。

しかし、近年数百万ものユーザーが影響を受ける大規模な通信障害が発生している。実際に2012年1月25日午前8時頃よりNTTドコモで東京都の一部地域において音声・パケット通信サービスが利用出来ない状態が発生した。原因は従来の携帯電話に比べ制御信号の量が2～5倍、トラフィックは10倍も増加するスマートフォンの普及によって、通信障害や通信速度の低下が発生していることである。国内でもスマートフォンが普及したことにより、1年間で約2倍近くトラフィックが増加しており、2015年には2010年のトラフィック量の約25倍に膨れ上がるという調査結果がNTTドコモ、KDDIによって公表された。このままでは、スマートフォン普及による急激なデータ利用の増加にネットワークのインフラ整備が追いつかず、ネットワークが繋がりにくくなる可能性がある。

これらの対策として大手国内通信事業者は通信インフラの整備に取り組んでいる。特に9月12日にアップルの「iPhone5」の発売に伴い、KDDIとソフトバンクがLTEサービスを導入したのが記憶に新しい。さらに10月1日にイー・アクセスの買収、10月12日には米国3位のスプリント・ネクステルを買収すると発表したソフトバンクの周波数戦略、経営戦略もあってモバイル市場が大きな転換期を迎えている。

よって今回の卒論ではスマートフォンが現在どれだけ普及しており、どのように市場の構造に変化をもたらしているのかを1章で示し、2章から3章にかけて何故スマートフォンによって通信障害が起これ、通信速度が低下するのかを明らかにし、それに向けた通信事業者の対策・戦略を明らかにしていく。

そしてLTEの導入に伴い、料金制度の見直しが検討されるなど、海外で注目されていた「ネット中立性」の議論が日本国内でも徐々に行われるようになっていく。今後トラフィック増加の対応によってインフラの整備にさらなるコストがかかると予測されている通信事業者は料金制度をはじめ、コスト負担の在り方について議論を始める時期にきている。これらのコスト負担に加え、ヘビーユーザーとライトユーザーの公平な利用についての議論も起こっている。

最終的に「ネットワークのコスト負担」と「利用の公平性の在り方」がどうあるべきかを考え、ネット中立性の解決策を考えていく。

- 目次 -

はじめに

1. 移動体通信市場の動向

- 1.1 携帯電話の加入契約数
- 1.2 第3世代携帯電話の契約数
- 1.3 携帯電話事業者数シェア
- 1.4 スマートフォンの出荷台数・契約数
- 1.5 スマートフォンとは
- 1.6 スマートフォンの普及に伴う移動体事業の戦略変化
- 1.7 東日本大震災時の利用形態
- 1.8 スマートフォン関連の問題
 - 1.8.1 セキュリティ問題
 - 1.8.2 トラフィック急増問題

2. 制御信号増加に起因した通信障害とその対策

- 2.1 制御信号とは
- 2.2 国内で発生した大規模通信障害(一覧で示し、ドコモの事件を中心に上げる)
 - 2.2.1 通信障害の原因① 「スマートフォンの普及と通信の特徴」
 - 2.2.2 通信障害の原因② 「新型パケット交換機の切り替えミス」
- 2.3 制御信号増加への対策
 - 2.3.1 ネットワーク側の取り組み
 - 2.3.2 端末側の取り組み
 - 2.3.3 端末とネットワークが連携した取り組み
- 2.4 制御信号の対策まとめ

3. トラフィック増大への対策

3.1 LTE の導入

3.1.1 LTE の特徴)

3.1.2 LTE の主要バンド

3.1.3 LTE の今後の展開

3.1.4 LTE の課題

3.2 周波数帯の拡大

3.2.1 周波数の特性

3.2.2 スマートフォンが扱う電波

3.2.3 周波数再編によるプラチナバンドの割り当て

3.2.4 国内キャリアの周波数戦略

3.2.5 今後の周波数割り当て

3.2.6 周波数割り当ての課題

3.3 無線 LAN オフロード

3.3.1 無線 LAN とは

3.3.2 モバイル無線 LAN ルーターとテザリング

3.3.3 各事業者の取組み

3.3.4 無線 LAN オフロードの課題

3.3.5 無線 LAN 標準化の動き

3.4 セルの小型化

3.4.1 セル方式とは

3.4.2 セルの種類

3.4.3 HetNet (Heterogeneous Network)

3.4.4 スモールセルの高度化

3.5 モバイルネットワークの今後

4. ネット中立性を巡る議論

4-1 ネット中立性とは

4-2 FCC による中立性規則

4-3 国内におけるネット中立性の論点

4-4 料金規制と帯域制限

4-5 ネット中立性の解決に向けた取組み

4-6 ネット中立性まとめ

おわりに

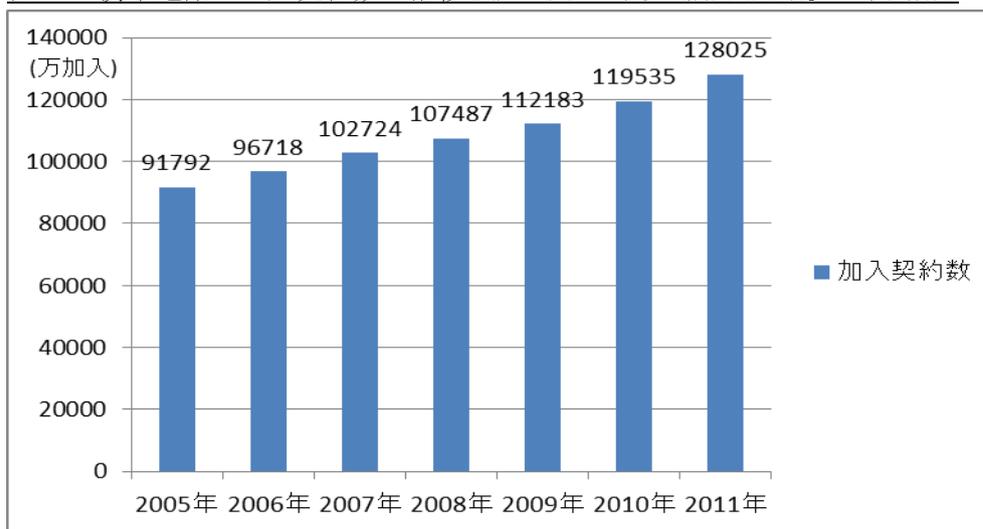
1. 移動体通信市場の動向

1.1 携帯電話の加入契約数

平成23年度末(2011年)における携帯電話の加入契約数は1億2,821万件(前年度比7.3%増)である。純増数は、867万件となっており、引き続き増加していくことが予想される。

(注1)

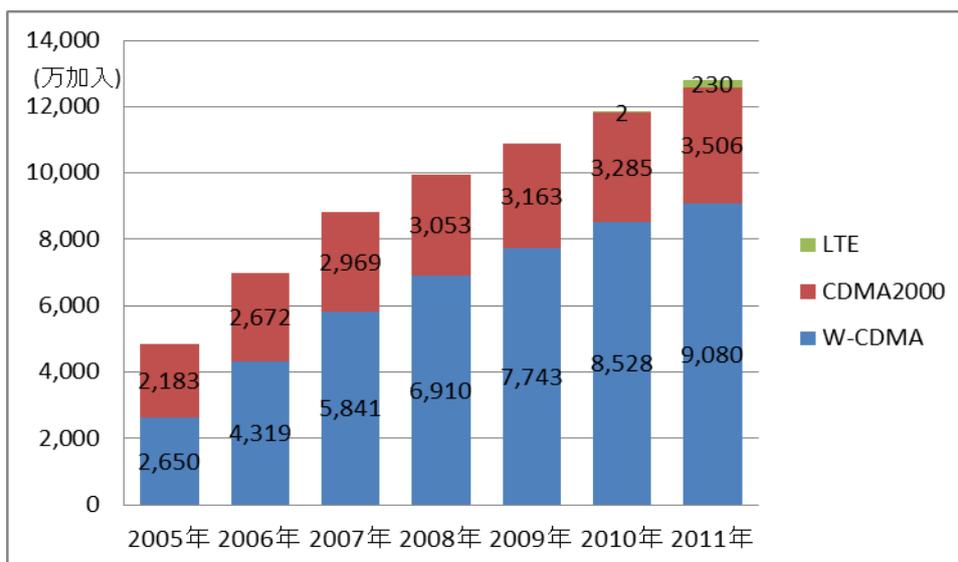
表1：携帯電話の加入契約数の推移(出典「平成24年版 情報通信白書」より筆者作成)



1.2 第3世代携帯電話の契約数

平成23年度末(2011年)における第3世代携帯電話の加入契約数は、1億2,816万件(前年度比8.5%増)となっており、携帯電話加入契約数に占める割合は、99.96%となっている。(注2)

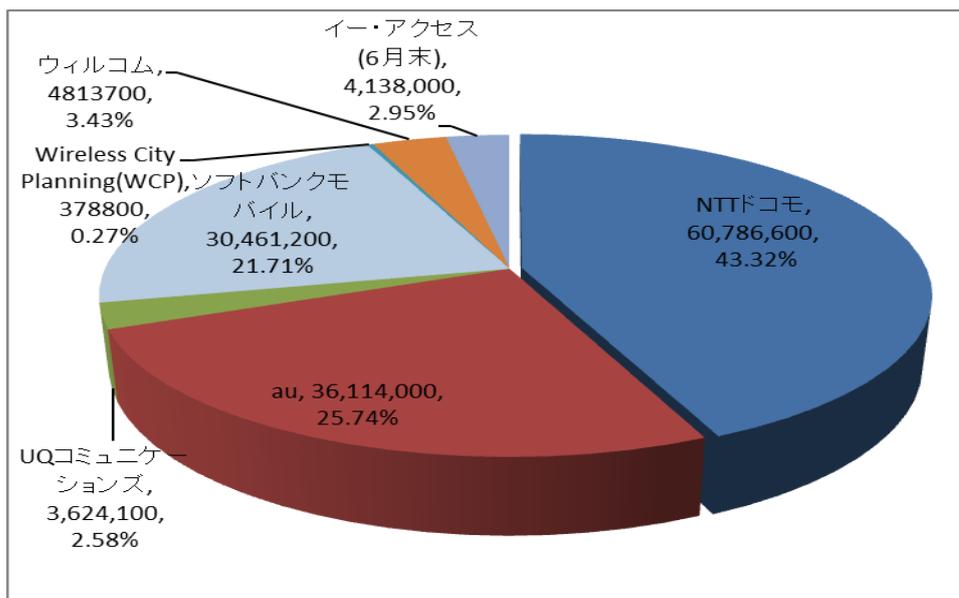
表2：第3世代携帯電話加入契約数の推移(出典「平成24年版 情報通信白書」より筆者作成)



1.3 携帯電話事業者数シェア

2012年9月末時点の各社の契約数は、NTTドコモが6078万6600契約(シェア43.32%)、KDDIグループが3973万4500契約(シェア28.31%)、ソフトバンクグループが3979万1700契約(シェア28.35%)である。注目すべきは2012年10月1日にイー・アクセスの買収を発表したソフトバンクである。買収が完了するとソフトバンクグループは国内の契約数で第2位となり、さらに保有する周波数帯域幅ではNTTドコモを超えて国内1位となる。

表3：各社契約数 2012年9月末時点(出典「日経コミュニケーション2012年11月号」より筆者作成)

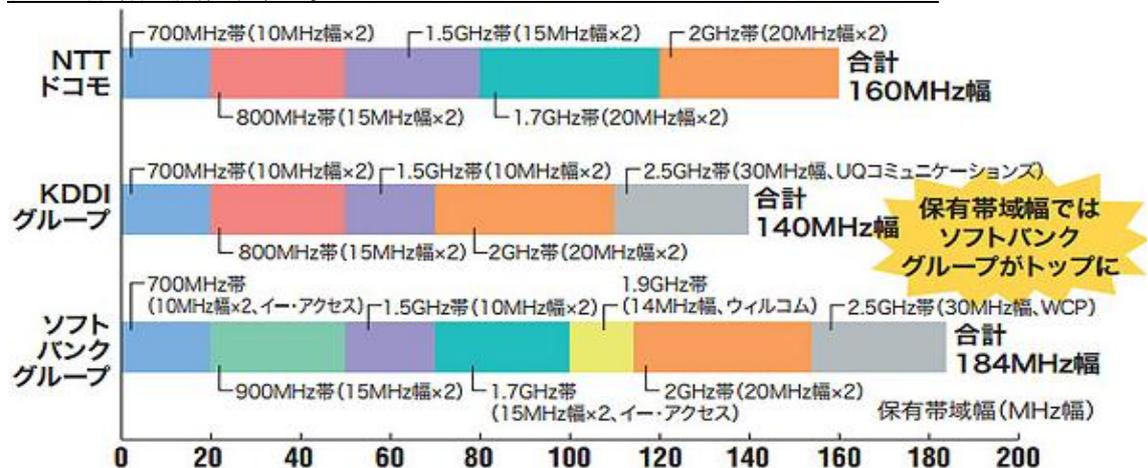


<イー・アクセスの買収>

国内ではiPhone5の発売直前にソフトバンクモバイルとKDDIが料金やサービスで競争をしていた。ソフトバンクモバイルは、テザリングを解禁するとトラフィック増をネットワークが支えきれないと判断し、テザリングを提供しないことを発表した。しかし、KDDIがiPhone5でテザリングを提供するという発表を受けて、ソフトバンクモバイルも2013年1月15日からテザリングを開始すると発表した。これと同時期にソフトバンクとKDDIは、イー・アクセスの買収を巡って争っていた。イー・アクセスが持つ1.7GHz帯の周波数帯がiPhone5に対応しているため、これを手に入れば今後のiPhone5の運用が有利になる。元々イー・アクセスが保有する1.7GHz帯は3G(注3)の運用で世界的にほとんど利用されていなかった。しかし、LTE時代に入り、LTE Band 3として仕様化されたことで価値が一変した。欧州や韓国、アジアの事業者はこの周波数帯でLTEサービスを開始し、iPhone5も対応する帯域になった。1.7GHz帯があればiPhone5で余裕を持ってテザリングを提供できると考えたソフトバンクは、株価1万5000円台で低迷していたイー・アクセス株へ5万2000円の提示をし、結果としてKDDIとの買収合戦に競り勝った。これによりソフトバンクモバイルはテザリングサービスの開始を2012年12月15日に前倒しすることを発表した。(イー・アクセスの1.7GHz帯のLTEサービスを利用できるようになるのは2013年春頃とみられる。)

またソフトバンクは10月12日に米国第3位の契約者数を誇る米スプリント・ネクステルを買収すると発表した。(本章の1.6で詳しく扱う。)(注4)

表4：保有周波数帯域一覧(出典「日経コミュニケーション2012年11月号」より画像引用)



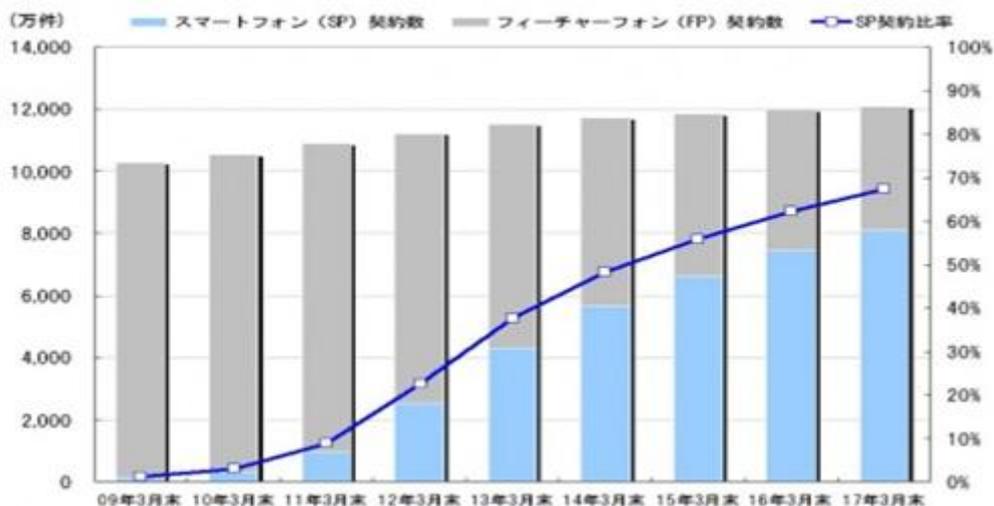
1.4 スマートフォンの出荷台数・契約数

2012年3月末のスマートフォン契約数は2522万件となり、端末契約総数1億1232万件に占める割合は約22.5%になると予測されている。2014年度末にはスマートフォン契約数が過半数になるとみられている。

また、2012年度以降のスマートフォン出荷台数(スマートフォン出荷台数比率)では2012年度:2,790万台(68.7%)、2013年度:3,080万台(75.1%)、2014年度:3,340万台(79.3%)、2015年度:3,355万台(81.9%)、2016年度:3,555万台(83.4%)となり、更なるスマートフォンの普及が進むとみられる。(注5)

表5：スマートフォンの契約数の推移・予測 12年3月予測

(出典「MM総研スマートフォン市場規模の推移・予測より引用」)



1.5 スマートフォンとは

スマートフォンの正確な定義は存在しないが、機能・構造的にパソコンに近い特徴を有しているため、従来の携帯電話(フィーチャーフォン)が「高機能化」したものではなく、「電話機能の付いたパソコン」とここでは定義する。スマートフォンには以下のような特徴がある。

高い処理能力

- パソコンと同等の性能を持つCPU(Central Processing Unit) を搭載している。
- OS(Operating System)に従来の携帯電話とは異なる汎用 OS を採用している。

ネットワークの多様性

- 第三世代(3G)以降の携帯電話回線に加えて、高速伝送のできる無線 LAN も利用できる。

使いやすい操作性

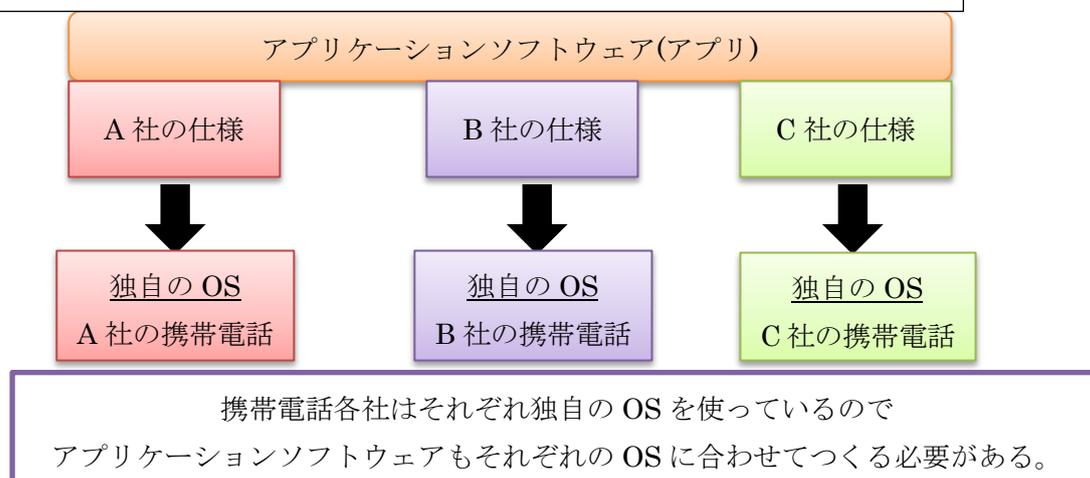
- 大画面(一部を除く)、ほとんどの端末がタッチパネルを採用している。

<スマートフォンの OS>

従来の携帯電話とスマートフォンとの最大の違いは、OS や追加アプリの考え方にある。従来の携帯電話は、機種ごとに独自の OS を採用していてバージョンアップは行わず、追加アプリの利用範囲も限られていた。携帯電話が利用するアプリも携帯電話会社ごとに用意する必要があった。

図 1: 独自の OS を使っている従来の携帯電話の場合

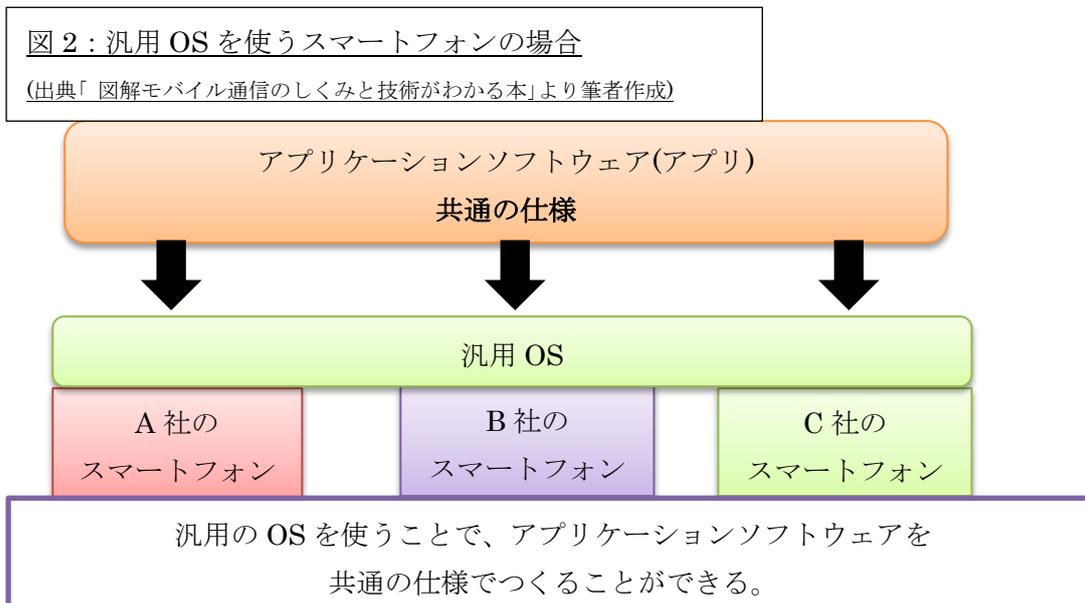
(出典「図解モバイル通信のしくみと技術がわかる本」より筆者作成)



これに対してスマートフォンは、汎用性の OS を用いて積極的にバージョンアップを行い、追加アプリで機能を追加できる範囲も広がった。汎用 OS を使えばアプリは OS に対応するように作ればよいので、各社共通にすることができて効率的である。その結果、新機種に買い替えなくても OS の更新やアプリの追加でほとんどの新機能や新サービスに対応できるようになったことで、携帯電話会社に関係なく自分の好みにあったデザインの端末を利用できるようになった。つまりパソコンと同じように「アプリケーションで機能拡張ができ

る」といった特徴を持つため、ネット上のサービスと連携して様々なニーズに対応することができる。

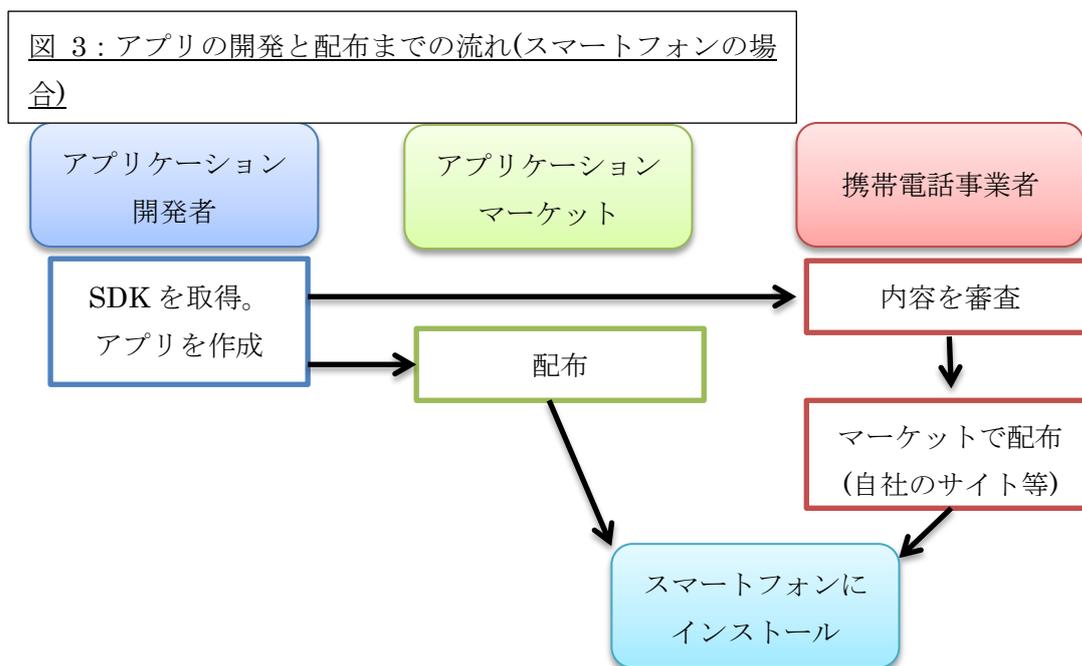
汎用 OS には、アップル社の iPhone が使っている iOS のほかに、米グーグル社が採用している Android があり、この 2 つが大きなシェアを占めている。これ以外にも BlackBerry OS や主に海外で使われている Symbian OS、マイクロソフト社の Windows Phone8 などがある。このうち Android はオープンソース(注 6)であることが大きな特徴である。オープンソースとは、基礎部分はグーグル社が開発するものの、それを搭載する製品はすべてメーカーが自由に開発できるように使用を公開していることである。携帯電話に限らず、家電機器など様々なものにも使うことができる。(注 7)



<アプリケーションの開発と配布>

これまでの携帯電話は、携帯電話会社がメーカーに指示してハードウェアと OS を一体にして開発する方法が一般的であった。アプリ開発者は携帯電話会社と内容に関して意見交換を行い、OK が出てからアプリを作成してその会社の携帯電話にインストールするという形態が一般的であった。アプリの内容は事前に十分審査されているので、不都合なアプリが搭載されてしまう可能性は極めて低い。そのかわり部外者が勝手にアプリを作成して携帯電話端末に搭載することは事実上できないので、アプリに関しては閉鎖的なシステムだったといえる。

これに対してスマートフォンは、SDK(Software Development Kit)と呼ばれる開発キットがアップル社やグーグル社などから提供されていて、オープンな開発環境が整備されている。そのため世界中のアプリ開発者が iOS 用、Android 用、BlackBerry 用など、それぞれの OS に対応したアプリをつくり、それぞれのアプリケーションマーケットを通してユーザーに提供できるような仕組みが作られた。(注 8)



<アプリケーションマーケット>

iOSを採用している iPhone のアプリケーションマーケットは「App Store」でアップル社が運営している。「App Store」は iPhone にインストールすることができるだけでなく、同じ iOS を使っている iPad や iPod Touch でも利用できる。この iOS ではアプリの配布はアップル社のみが行い、一般のユーザーはほかの方法でアプリを追加することができない。iOS のアプリはアップル社が厳重に審査しているので、ウイルスなどの不正ソフトが入り込む心配はほとんどない。

Android 端末のアプリケーションマーケットは「Google Play」である。NTT ドコモは「Google Play」に登録されているものの中から、同社が推薦するアプリだけを選んで「d マーケット」に出している。同様な仕組みは、KDDI でも「au Market」で採用している。Android ではグーグル社が運営する「Google Play」以外からのアプリ配信サービスを利用することもでき、Web サイトからアプリを入手することが可能である。そのため、不正なアプリをインストールしてウイルスなどに感染する危険性がある。また、個人情報などを不正に盗み出すアプリも出回り始めている。NTT ドコモや KDDI がそれぞれ独自に Android アプリのマーケットを開設している理由の 1 つは、「Google Play」で提供されているアプリは品質が高いものばかりではないことで、自社のユーザーに対して安心してアプリを利用してもらえるように、携帯電話会社などが Android アプリを厳選して提供するようにしている。

(注9)

1.6 スマートフォンの普及に伴う移動体事業の戦略変化

<通信業界の大規模な構造変化>

スマートフォンと従来の携帯電話では、業界構造や主導権を握る企業が大きく異なるの

も特徴である。特にスマートフォンでは端末のOSやプラットフォームを牛耳る企業がその主導権を握っており、特にインターネット関連企業やパソコン業界など携帯電話業界以外の新規参入組がその勢力を急激に増やしている。このような企業に共通しているのは、端末だけでなくサービスからアプリケーションまで垂直統合ともいわれる形で包括的にサービスを提供している点である。このようなモデルでは、端末自体で何が出来るかではなく、この端末でどんなサービスが利用できるかがより重要になる。ここで注目されるようになったのがアプリケーションである。各陣営はその自らのOSやプラットフォームで利用できるアプリケーションを集めた「アプリケーション・ストア」を提供している。これは第三者がアプリケーションを開発し、これを販売する場であり、ここでは販売額から開発者に利益を分配する仕組みが構築されている。アプリケーション・ストアを運営することにより、各陣営共にコンテンツや開発者を囲い込むことが可能となり、競争力を増す強力な武器となっている。魅力のあるアプリケーションがどのOSやプラットフォームで使用でき、またどのコンテンツが使えるかが消費者の端末選択の大きな要素となってきている。

表6：スマートフォン市場における多様なエコシステム形成の動向

(出典「平成24年版 情報通信白書」より画像引用)

事業者分類		ネット系		キャリア系	
主要事業者		Google	Apple	NTT Docomo iモード	
事業レイヤー	コンテンツ/アプリ	Google Mobile Services	iTunes Mobile Me	iアプリ 勝手サイト	
	プラットフォーム	アプリストア	Google Play	App Store	キャリア運営 マーケット
		顧客管理/課金	ID管理/課金機能 (クレジットカード決済等)		課金・回収代行
	ネットワーク(キャリアとの関係)	キャリア中立	Appleが選別 (販売奨励金)	ネットワークが 全体管理	
	ユーザインタ フェース	OS	Android OS	iOS	各種OS
		端末	Android端末	iPhone/iPad	i-Mode端末
		供給主体	他社(各メーカー)		他社(各メーカー)
企画開発主体		端末メーカー主導		キャリア主導	
スマートフォン市場	端末世界シェア(販売台数%)	—	19%	—	
	OS世界シェア(販売台数%)	46%	19%	—	
	登録アプリ数	450,000 (2012年2月時点)	585,000 (2012年4月時点)	5,521 (2012年2月時点)	
	アプリストア利用可能国(%)	24%	40%	日本国内	

※ 赤字は、当該事業者の中核サービス、製品。

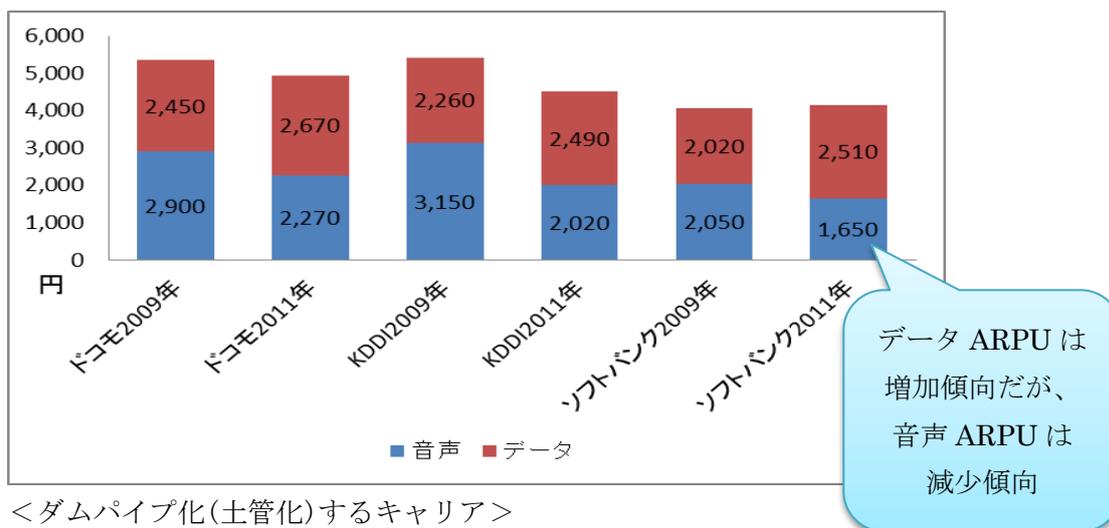
※ ただし、GoogleのAndroid端末では、我が国ではキャリアの課金・回収代行システムの利用が可能だが、AppleのiPhoneは独自決済のみであるなど、各社でエコシステムの内容は違いもある。

そしてスマートフォンは通信事業者にも特需をもたらしている。スマートフォン・ユーザーは月々の通信量が高く、各社の収益増加に大きく貢献している。世界に先駆けて iPhone を発売した米キャリア大手の AT&T では、2007 年初頭と比較すると 2010 年末時点では約 4 年間のうちにモバイル・ブロードバンドサービスの利用は 80 倍を超える増加率となった。

データ通信による収益の上昇率は依然として高く、当面年間 10 億ドルの増収が見込めるとも発表している。このようなデータ通信利用をさらに促進させるため、キャリアは端末販売にあたってユーザーや販売店に対してスマートフォンの補助金「端末販売奨励金」を増額する傾向が強い。(注 10)

表 7：移動体通信事業者における通信 ARPU(契約当たりの月間平均収入)の変化

(出典「平成 24 年版 情報通信白書」より画像引用)



<ダムパイプ化(土管化)するキャリア>

その一方でスマートフォン OS 陣営の席卷に対してキャリアは単にネットワークのみを提供する「ダムパイプ」(土管)になってしまう危険性がある。こうなってしまうとキャリアは、付加価値の付いた収益性の高いサービスが提供できなくなる恐れがある。例えば iPhone を販売するアップルは端末とプラットフォーム、アプリケーション・ストアやサービスを垂直統合モデルで提供し、ネットワークは Apple が提携するキャリアの回線のみ利用できる。Apple のサービスを理由に iPhone を選択するユーザーでみる限り、携帯電話サービスの主導権がキャリアから Apple に移ったともいえる。さらに最近では無料通話アプリの「LINE」や「カカオトーク」等の利用によってキャリアにとっての重要な収入源である音声トラフィックが無料通信アプリに奪われ、「ダムパイプ」に拍車をかける事態に直面している。キャリアはこのダムパイプ化を回避し、なんとかその勢力を維持しようと懸命な試行錯誤を続けている。(注 11)

<スプリント・ネクステル買収>

ソフトバンクは 2012 年 10 月 15 日、米携帯電話 3 位のスプリント・ネクステルを買収すると発表した。買収額は 201 億ドル(日本円で 1 兆 5709 億円)。米規制当局の承認を経て 2013 年半ばまでに 70%の株式を取得する予定。

スプリント・ネクステルの契約数は 6 月末時点で 5600 万件の米国 3 位。ただ 1 位の AT&T (契約者数は 1 億 520 万件)、2 位のベライゾン・ワイヤレス(同 9420 万件)に大きく離れた 3 位で、業績も 5 期連続の最終赤字と伸び悩んでいる。スプリント・ネクステルは 2008～2009 年に契約者の純増が続いていたが、2010 年から純増に転換し、ARPU(契約当たりの月間平均

収入)も伸びている。昨年10月にiPhoneの販売を始めたほか、今年7月には1.9GHzでFDD方式の「4G LTE」も開始した。さらに今回の買収資金のうち、6割は既存株主に還元するが、残りの4割はスプリント・ネクステルの増資に使う。増資した分はネットワーク設備の強化や戦略投資に回す。2013年末までに全国展開するLTEに設備投資はかかるが、2014年以降は利益成長フェードに入ると見られている。

この買収はソフトバンクにとってどんな意味があるのか。実際のところソフトバンクが米国で成功するのは容易ではない。米国における携帯電話の人口普及率は100%を超えており、契約者の大きな上積みは見込めそうにない。端末や基地局の共同調達によるコストの削減も期待はできるが、効果は限られる。実際日本でも2007年5月以降、月間純増数で1位を逃した回数は4回だけという快進撃を続けているものの、ソフトバンクモバイルの契約数シェアは23.9%。買収前の16.9%からは大幅に伸びたが、依然として1位のNTTドコモの47.7%とは大きな開きがある。こうした背景を見る限りだと、今回のソフトバンクの買収でソフトバンクは、単に事業規模の拡大を狙ったものとみられる。今すぐ大成功を収める必要はなく、とにかく早期に黒字転換して利益を上積みしていくことを狙っている。

ここで米国のARPUの高さに注目してみる。英Wireless Intelligenceによると、米国の平均ARPUは4454円。インドの277円、中国の825円をはじめ、日本の4340円よりも高い。つまり、スマートフォンの契約数を伸ばし、徹底的にコスト削減を進めていけば、日本のような利益水準の高い経営を実現しやすい環境にある。ソフトバンクはボーダフォン日本法人の買収で約2億円を超えた純有利子負債をわずか4年後に5500億円まで減らした。今回の買収でまた純有利子負債が膨らむが、同じ絵を描いているとみるのが妥当だろう。スプリント・ネクステルの買収に関してもボーダフォン買収時に掲げた4つの項目のうち、ネットワークと端末に関してはスプリント・ネクステルによる再建である程度めどが立っている。あとはコンテンツと営業・ブランドで、コンテンツは日本でも実績が少なく課題を残すが、営業・ブランドはソフトバンクの得意とするところである。(注12)

表8: ソフトバンクがボーダフォン買収時に掲げた「4つの公約とスプリントが抱える課題」

(出典「日経コミュニケーション2012年11月号」より筆者作成)

4つの公約	スプリントネクステルの課題
携帯電話ネットワークの充実	スプリント網とネクステル網の2重運用でコスト高。LTEネットワークの整備でも出遅れ。2014年までにネクステル網を停止し、スプリント網へのLTE導入を進める計画「ネットワークビジョン」を推進中。
携帯電話端末の充実	2011年10月発売の「iPhone 4S」からiPhoneの取り扱いに参入。端末ラインナップは競合に大きな見劣りはしない。
携帯電話コンテンツの拡充	米国市場は携帯電話事業者がコンテンツを囲い込む市場構造になっていない。
営業体制・ブランド強化	ポストペイド市場では上位2社のAT&T、ベライゾン・ワイヤレスに比べてブランド力が大きく劣る。低迷期のリストラで販売拠点も縮小。プリペイドでは2009年にVirgin Mobile USAを買収。

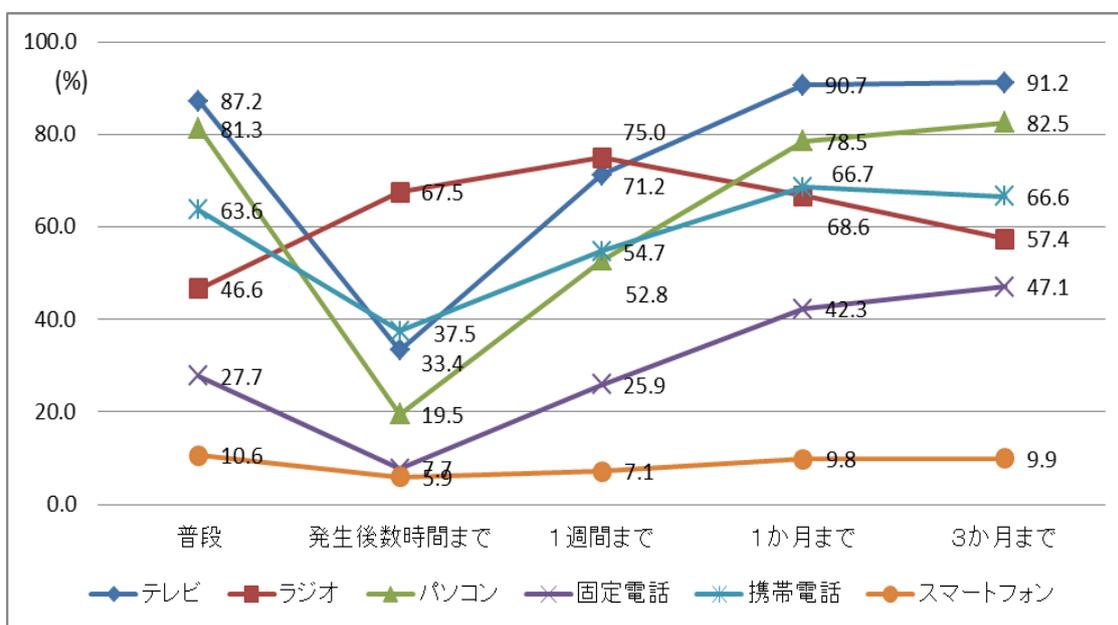
1.7 東日本大震災時の利用形態

ISPPが岩手・宮城・福島の前被災者2815人を対象にインターネットでアンケートを行った結果、震災以前は、テレビ(87.2%)、パソコンによるインターネット(81.3%)、携帯電話

(スマートフォン以外、63.6%)、ラジオ(46.6%)、固定電話(27.7%)の順で利用されていた。震災当日は、ラジオ(67.5%)が地震発生前を大きく上回った半面、携帯電話(37.5%)、テレビ(33.4%)、インターネット(19.5%)、固定電話(7.7%)は、いずれも発生前の半分以下で、停電、通信インフラの損壊、通話規制などの影響で十分に利用できなかったことが示された。1週間程度でも、ラジオ(75.0%)は依然としてトップで、テレビ(71.2%)、携帯電話(54.7%)、インターネット(52.8%)も大きく回復したが、震災以前の水準までには戻っていない。(注13)

表9：震災前後で利用できた情報ツール(n=2815人)

出典「iSPP、「東日本大震災 情報行動調査報告書」より筆者作成



まとめると地震発生直後は、ラジオやワンセグ放送が利用できたが、テレビ、インターネット、携帯はほとんど利用できなかった。1週間程度から1カ月程度までになると、テレビ、新聞などが役に立った。ただしラジオにも限界があった。被災した人々は自分の状況に直結する情報を求めたが、全国放送はもちろん地方局も、そうしたニーズに応え、情報を細かく提供することは容易ではなかった。

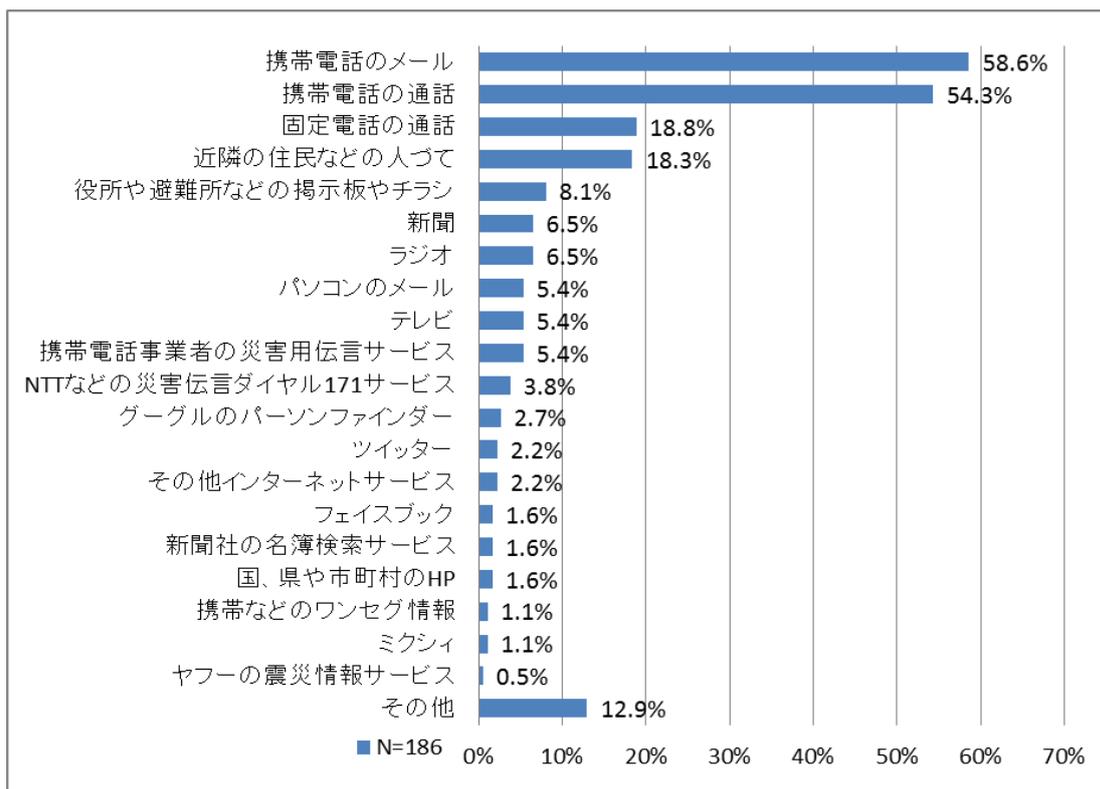
東日本大震災は、インターネットと携帯電話が普及してから初めて起きた大規模震災であるため、それだけに身近な人と直接連絡を取れるはずの携帯電話に対する期待と不満は大きかった。安否確認の自由回答では、「携帯電話が繋がらなかったこと」への不満が非常に多く、一部でメールやインターネットができた場合でも「災害伝言ダイヤルの利用方法がわからなかった」などの発言もみられた。

しかし、携帯電話が有効な手段であったことも確かである。安否確認に役立った情報源は「携帯電話のメール」が約59%と最も高く、これに「携帯電話の通話」が54%で続き、「固定電話の通話」が19%、「近隣の住民などの人づて(口コミ)」が18%となった。インターネット関連では、「パソコンのメール」が5.4%、「グーグルのパーソンファイnder」が2.7%、ツイ

ッターは 2.2%だった。震災直後ではラジオから情報を得る人が大半だったが、震災発生 1 週間後辺りから、情報入手手段の中心がラジオから携帯電話の通話・メールになっており、4 月末には情報通信手段の有用性で携帯電話がラジオを上回っている。これは携帯電話会社各社の応急復旧が驚異的なスピードで進み、4 月末までに概ね完了したことも大きい。(注 14)

表 10：家族の安否確認に役立った情報源(複数回答)

(出典「インターネット白書 2012」インプレスジャパン出版より筆者作成)



1.8 スマートフォン関連の問題

1.8.1 セキュリティ問題

スマートフォンには、従来の携帯電話とは異なる新たな脅威として、情報漏えいを引き起こす恐れのある悪意のあるソフトウェア(マルウェア)の存在が確認されている。このような背景を踏まえ、総務省はスマートフォンを利用するに当たっての情報セキュリティ上の課題や対策の検討を行うスマートフォン・クラウドセキュリティ研究会を 2011 年 10 月に立ち上げ、その最終報告書を 2012 年 6 月に公表した。(注 15)本報告書では、スマートフォンの各領域(OS、アプリケーション、外部記憶媒体、ネットワーク等)におけるセキュリティ上の問題を整理したうえで、各事業者がどのような対策を行うべきかの対策案を提示している。また利用者に対する普及啓発として「スマートフォン情報セキュリティ 3 か条」(注 16)をとりまとめている。

またスマートフォンがもたらすその他の課題として、プライバシーの問題がある。スマートフォンは従来の携帯電話と比較し、行動履歴や通信履歴等のさまざまな利用者情報が蓄

積されるようになったことから、それらの情報を取得・活用するアプリケーションが数多く利用されている。しかしながら、アプリケーションのなかには十分な説明がないまま利用者情報を取得・活用するものも多く、利用者の不安が高まってきている。

このような背景を踏まえ、総務省は2012年1月にワーキンググループを設立し、利用者情報の適切な取扱い方針策定に向けて議論し、2012年8月にその報告書を公表した。(注17) 本報告書では利用者が安心安全にサービスを活用できるように、スマートフォン・プライバシーに関する包括的な対策を提案している。例えば、「スマートフォン利用者情報取扱指針」の策定や、第三者によるアプリ検証の仕組み、取扱指針の実効性を上げるための方策、利用者リテラシー向上のための情報提供・周知啓発方策などを提案している。

基本的な考え方としては、事業者が自主的に利用者の不安解消を行うこととし、位置情報や通信履歴などのプライバシー情報を取得する際には、利用者の同意を取得することなどを推奨している。(注18)

1.8.2 トラフィック急増問題

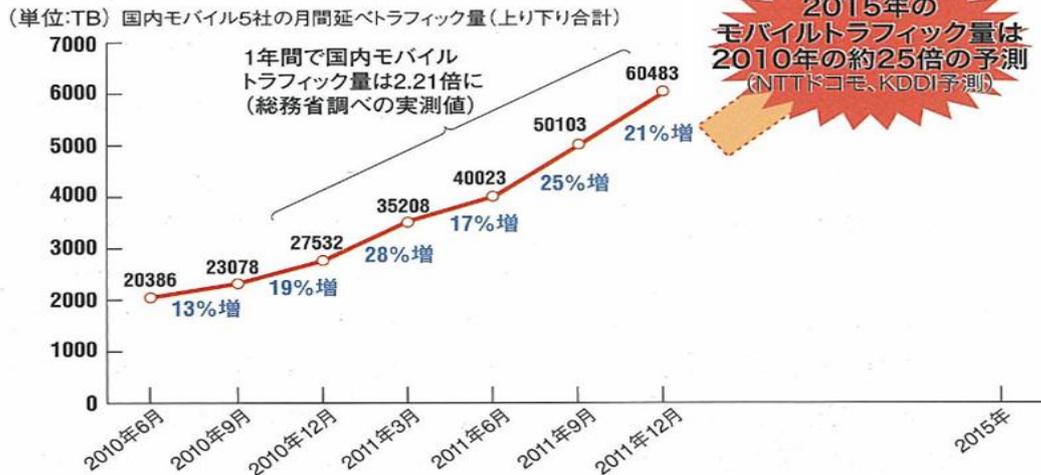
2011年から2012年に入り、日本でもスマートフォン急増によるモバイルネットワークへの影響が顕在化してきている。NTTドコモやKDDIなど高い信頼性を誇ってきた事業者のネットワークですら、大規模通信障害が連発する事態になっている。事故を重く見た総務省が両事業者に対して再発防止策を含め、行政指導を行うまでに至っている。

これらの通信障害の原因は、スマートフォンのトラフィック(データ通信量)がフィーチャーフォンの10～30倍にも上ることである。これはスマートフォンの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、ネットワークの事情などが考えられずに作られている点が影響している。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・アクセス、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を集計したところ、2011年12月の月間延べモバイルトラフィックは6万483テラバイトにまで膨れ上がっていた。前年度の12月が2万7532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の量は約2.21倍に急増していることがわかる。フィーチャーフォンとスマートフォンとの内訳についてデータを公表しているKDDIの状況を見ると、全体の約80%がスマートフォンによるトラフィックとなっており、スマートフォンの拡大はデータトラフィックの拡大にリンクしていることがわかる。今後のトラフィック予測もほぼ同様の規模となっている。NTTドコモによる2015年のトラフィック予測は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倍になっているため、5年間で約24倍という計算である。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。(注19)

表 11；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)

(出典「携帯電話ネットワーク新常識」日経 BP 出版より画像引用)

図 1 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)



通信障害の原因には、「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が増加していることも挙げられる。「見えにくいトラフィック増」ともいえるこの問題は、NTTドコモが2012年1月25日に起こした大規模通信障害の原因になった。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再接続を要求する。その結果、認証系サーバーなどに対してバーストラフィックが発生し、大きなトラブルを起こしやすくなっている。実際NTTドコモの2011年8月、12月の障害はこのようなバーストラフィックが発生したことで引き起こされた。

これらは世界中の携帯電話事業者の共通の課題である。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必要となる。

注釈

(1) (2) 「平成 24 年版 情報通信白書」より引用

<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h24/pdf/n2020000.pdf>

(3) 3G：第 3 世代移動通信システム。

(4) 「日経コミュニケーション 2012 年 11 月号」より引用

(5) 「MM 総研スマートフォン市場規模の推移・予測」より引用

(6) オープンソース：ソフトウェアの設計図にあたるソースコードを、インターネットなどを通じて無償で公開し、誰でもそのソフトウェアの改良、再配布が行えるようにすること。

(7) (8) (9) 「図解 モバイル通信のしくみと技術がわかる本」より引用

(10) 「情報通信アウトルック 2012」より引用

(11) 「情報通信アウトルック 2013」より引用

(12) 「日経コミュニケーション 2012 年 11 月号」より引用

(13) iSPP 「東日本大震災 情報行動調査報告書」より引用

http://www.ispp.jp/ispp-wp/wp-content/uploads/2011/10/201109ispp_release_0930.pdf

(14) 「インターネット白書 2012」より引用

(15) 総務省「スマートフォン・クラウドセキュリティー研究会」の最終報告の公表

http://www.soumu.go.jp/main_content/000166095.pdf

(16) 3 か条は、①OS(基本ソフト)を更新②ウイルス対策ソフトの利用を確認、③アプリケーションの入手に注意。

(17) 総務省「スマートフォンプライバシーイニシアティブ-利用者情報の適正な取り扱いとリテラシー向上による新世代イノベーション」の公表

http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban08_02000087.html

(18) 「情報通信アウトルック 2013」より引用

(19) 「携帯電話ネットワーク新常識」より引用

2. 制御信号増加に起因した通信障害とその対策

2011年1月25日に東京都内でNTTドコモの大規模な通信障害が発生した。原因は、スマートフォンの普及によって制御信号と呼ばれる通信状態を制御するための信号が予想以上に膨れ上がったことで、パケット交換機が処理できなくなったことだ。NTTドコモでは事前に高い処理能力の制御装置に交換していたが、この制御信号の量を想定できていなかった。それに加えて、Skype、Viber、LINEといった制御信号を多く発生する無料通話アプリの普及も原因に挙げられる。制御信号によってどのような通信障害が起こる一方で、どのような対策があるのかを本章では明らかにしていく。

2.1 制御信号とは

移動体通信網では、「ユーザデータ信号」と「制御信号」の2種類の信号を処理しなければならない。

- ・ユーザデータ信号

メールのデータや、ウェブサイトのデータをやりとりするための情報等

- ・制御信号

ユーザデータ信号をやりとりするための通信回線を設定/解放するための信号、発呼信号、端末の位置登録信号等

つまり、制御信号とは「通信を開始・終了する」「端末の現在位置を通知する」「端末が基地局を移動したことを通知する」といった情報をネットワーク側に通知する信号で、シグナリングとも呼ぶ。スマートフォンはこれまでの携帯電話と異なり、アプリの常駐が可能であり、複数のアプリがバックグラウンドで頻繁に通信する。高い通信頻度は制御信号の増大を引き起こし、その制御信号を処理できなければ仮にネットワークの帯域に十分な余裕があったとしても通信はできない。(注1)

表1：フィーチャーフォンとスマートフォンの動作の違い

(出典「KDDI スマートフォンの増加に伴う制御信号急増に対する取り組み」より筆者作成)

フィーチャーフォンとスマートフォンの動作の違い	フィーチャーフォン	スマートフォン(例:Android)
①サーバー主導での移動機の呼び起こし	ほぼ無し	有り
②移動機アプリが定期的に行う自動通信	ほぼ無し	有り(Googleアカウントとの同期、アプリ自動通信等)
③ユーザー主導の利用頻度増加	多くはメール送受	メールだけではなくアプリの利用頻度が増加

従来型携帯電話(フィーチャーフォン)と比べるとスマートフォンの制御信号の量は約2~3倍。また、複数アプリをインストールされた状態のスマートフォンは、初期状態のものに比べて約4倍の量を送出する。(注2)

2.2 国内で発生した大規模通信障害

最近日本の携帯電話ネットワークで大規模な通信障害が頻発している。NTTドコモは2011年6月から2012年1月までの7か月で5回、KDDIは2011年4月から2012年2月までの10か月間で5回の大規模通信障害を発生させた。実際に最初の障害が発生した箇所や原因

はそれぞれ異なる。ただ、一連の通信障害に共通している一つの背景としてスマートフォンの急増が挙げられる。

スマートフォンは携帯電話事業者にとって、データ通信収入を稼ぎ出すための切り札である一方、携帯電話に関する様々なビジネス構造を一変させる存在でもある。携帯電話はその変化への対応という課題を突き付けられている。

これまでのフィーチャーフォン時代では、端末やサービスのスペックは、携帯電話事業者が主導となってネットワークの容量などを考慮したうえで決められていた。いわゆる垂直統合モデルによって、端末とネットワークのバランスが保たれていた。

ところがスマートフォンでは事情が異なる。端末・OS 開発の主導権が国際的な端末メーカーやグーグルなどの新たなプレイヤーに移ってしまったことで、ネットワークとのバランスが考えずに作られる状況にある。また、世界中で開発されているアプリケーションも同様にネットワークの容量や特性などを考慮したつくりにはなっていない。それらをユーザー自身が自由に追加できることも影響している。

このように携帯電話事業者がコントロールできないスマートフォンのトラフィックが、事業者のネットワークに多大な負荷をかけている。これが一連の障害の背景である。(注3)

表2：国内の主な大規模通信障害一覧(出典「携帯電話ネットワーク新常識」より著者作成)

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バ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バ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書き換わったため
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 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。予備機への切り替えが不調
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。予備機への切り替えが不調
2011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板の障害。予備機への切り替えが不調
2011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
2011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

＊ ソフトバンクの通信障害について

ホームページ等での通信障害の掲載は原則災害によるもの以外に行わないため割愛。

(総務省の報告義務は3万件以上もしくは2時間以上の通信障害の場合となっている)

上記の障害のなかで、特に注目すべきは2012年1月25日に発生したNTTドコモの大規模通信障害である。この障害の原因はスマートフォンから発生する大量の制御信号によってパケット交換機が輻輳したことによって引き起こされた。

(s pモードの認証系サーバーに対してバーストトラフィック(注4)が発生して引き起こされた2011年8月16日、12月20日、2012年1月1日のトラブルとは発生要因が異なる。)

2.2.1 通信障害の原因① 「スマートフォンの普及と通信の特徴」

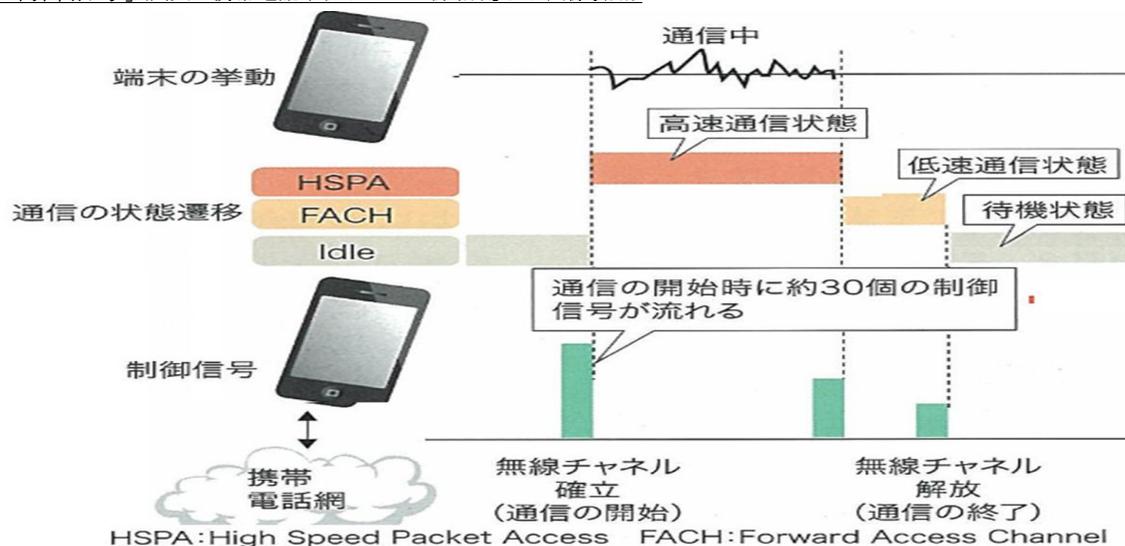
ここからは制御信号が原因で発生した1月25日のドコモの通信障害を中心に扱っていく。パソコンでインターネットする際にも制御信号をやりとりするが、スマートフォンの場合は無線通信特有の問題がある。無線通信では、一人のユーザーが電波を占有してしまうことがないように、データ通信が終わると無線チャネルを開放し、次のデータを送信するときに再び無線チャネルを確立する、という動作を繰り返す。

データ送信中に無線チャネルは高速通信状態(HSPA: High Speed Packet Access)(注5)にあるが、データ通信を終えると低速通信状態(FACH: Forward Access Channel)へ移り、さらに待機状態(Idle)になって無線チャネルを開放する。待機状態の間はその無線チャネルをほかの端末が利用できるため、電波を有効に使用するためには頻りに無線チャネルを開放する必要がある。(端末のバッテリーの持ちをよくするための役割も持ち合わせている。)

このとき制御信号は主に通信の開始時と終了時に流れ、待機状態から高速通信状態に切り替わる際には約30個の制御信号をやり取りして無線チャネルを確立する。

表3: 通信の開始時と終了時に携帯電話端末と携帯電話網の間で盛んにやり取りする

「制御信号」(出典「携帯電話ネットワーク新常識」より画像引用)



この動作に加えてスマートフォンは従来の携帯電話とは異なり、ユーザーが操作しなくても、アプリ提供者がプログラムした通りにバックグラウンドで通信を行う。Android OS 自身も 28 分毎に制御信号が発生する。また、VoIp (Voice Over IP) や IM(インスタントメッセージ)といったリアルタイム性を要求するアプリでは頻繁に通信を行うため、Keep-Alive パケット(注 6)が 3～5 分おきに流れるため定期的に制御信号を出す。Keep-Alive パケットはデータ量が小さく、一瞬で通信が終わる。そのため前述の待機状態の「Idle」から高速通信状態「HSPA」への無線状態の切り替わりが何度も起こり、膨大な数の制御信号が発生させた。(注 7)

2.2.2 通信障害の原因② 「新型パケット交換機の切り替えミス」

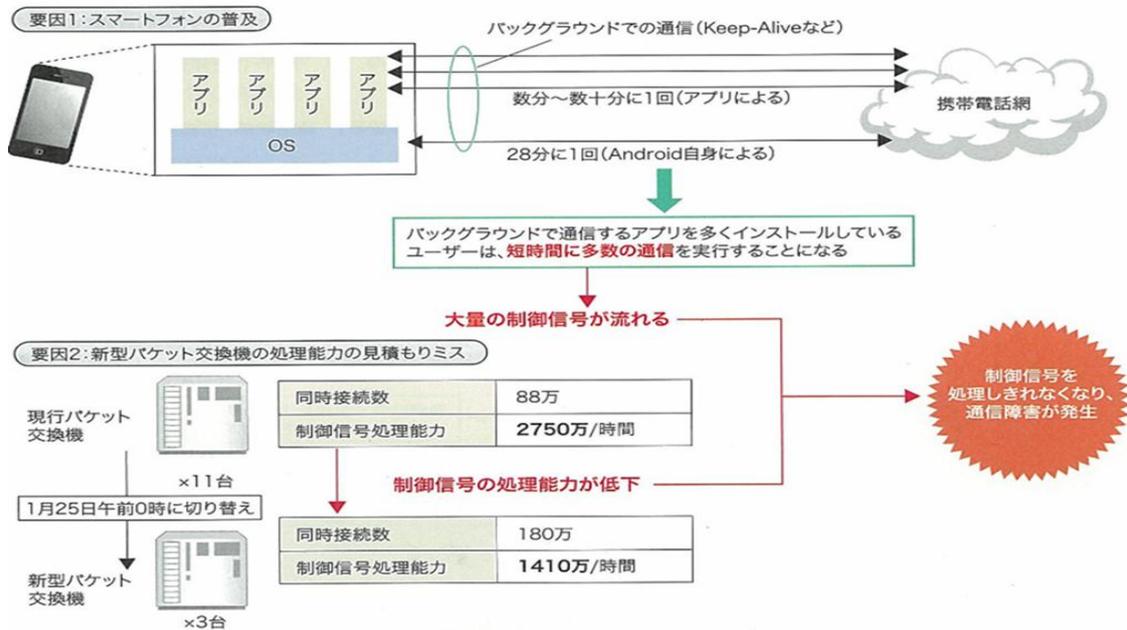
NTT ドコモは、1 月 25 日の午前 0 時に同時接続数と制御信号の処理能力を増した新型パケット交換機への切り替え作業を行った。このパケット交換機(注 8)は東京都 23 区の大部分のトラフィックを収容する。従来型のパケット交換機 11 台分を新型パケット交換機 3 台で処理することになっており、新型パケット交換機は 3 台で同時接続数 180 万、制御信号は 1 時間当たり 1410 万を処理することができる。従来型のパケット交換機 11 台分の合計処理能力は同時接続数が 88 万、1 時間当たりの制御信号が 2750 万だった。制御信号の処理能力よりも同時接続数に重点を置いた設計だった。

トラブルの要因となった制御信号の量として当初 NTT ドコモが予想していたのは 1 時間当たり 1200 万。しかし 1 月 25 日に発生していた制御信号の量は 1650 万に達していたと予測される。8 時 25 分頃に制御信号の処理が輻輳してしまい、パケット通信が繋がりにくい事態が起こった。また、午前 9 時過ぎに JR 山手線で運行トラブルが発生した影響からユーザーからの接続要求がさらに増えたため、一部の無線ネットワーク装置に自動規制の通信規制がかかった。NTT ドコモの通信規制には手動と自動規制の 2 種類あるが、自動規制の場合はパケット通信と音声通話の双方に規制がかかる。これによって一部では音声通話も繋がりにくくなった。結局同日 10 時 56 分から切り替えた新型パケット交換機を一度従来型のパケット交換機へと戻すことで、13 時 8 分にトラブルは収束した。

NTT ドコモはパケット交換機的设计段階で制御信号が 1 時間当たり 1200 万と見積もったが実際は 1650 万と 3 割以上多かった。見積もりを大きく外した理由として二つある。一つ目はパケット交換機的设计の根拠となっていた制御信号の調査が不十分だったこと。二つ目はパケット交換機的设计時期と導入時期にタイムラグがあり、その間の制御信号の伸びが想定外だったこと。NTT ドコモでは制御信号の量を通信が開始するときのもの、位置登録を行うときのもの、といった種類別にカウントしている。このとき従来の i モードによる通信を前提にした信号量の測定機能を使っていた。その結果、スマートフォンが IP アドレスを割り当てられた状態で、データ用回線に通信が発生しないが、制御信号の回線だけで通信している場合や、ユーザーが全く操作していないアプリケーションがバックグラウンド処理でサーバーと通信するものをカウントせずに制御信号の量を見積もってしまった

た。(注9)

表4：NTT ドコモの大規模通信障害の原因(出典「携帯電話ネットワーク新常識」より画像引用)



2.3 制御信号増加への対策

総務省から行政指導を受けたNTTドコモとKDDIは「IPネットワーク設備委員会安全信頼性検討作業班の第22回会合」において制御信号の急増に対する取り組みを発表した。その中でも代表的なものをここでは取り扱う。

2.3.1 ネットワーク側の取り組み

● 通信設備の増強

NTTドコモは2012年4月までに新型パケット交換機40台を増設する。8月下旬までにパケット交換機のソフトを改修。同時接続数、制御信号の処理に割り振るリソースを見直して、制御信号の処理能力を引き上げる。設備の台数を増やすほど処理能力を強化できるため、当面の間は制御信号が原因となる通信障害が発生する可能性は低いと考えられる。(2.2の表で示した一連の障害に対してNTTドコモ、KDDIは約20億の設備投資を行った。)しかし、設備投資に頼ってばかりだとコストが青天井になってしまう。

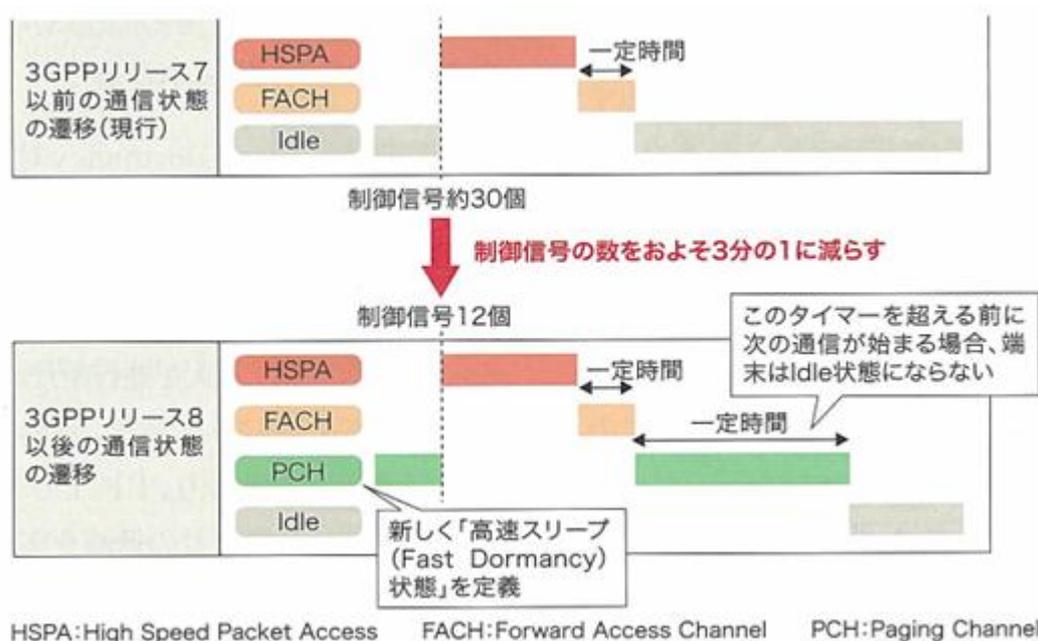
● 制御信号の抑制「Fast Dormancy」の導入

コストが多にかかる設備増強とは異なり、根本的な解決策として期待されているのが制御信号を抑制するFast Dormancy(ファストドーマンシー)と呼ぶ技術である。従来の通信方式では通信しないときはIdle、高速通信時にはHSPA、低速通信時にはFACHの3つの通信状態を遷移するものであり、IdleからHSPAに遷移する際30個の制御信号が流れていた。これに対してFast DormancyではIdleとFACHの中間のスリープ状態に該当する「PCH」を利用する。このPCHからHSPAの遷移なら制御信号は12個で済む。通信頻度の高いスマートフォンではPCHの状態を維持すれば、制御信号の量を抑えられる。

ノキアシーメンスネットワークスではPCHの推奨時間は30分以上を推奨している。Androidは28分に1回の間隔でプラットフォーム自身が通信するため、スマートフォンのように常時接続性のある端末は事実上Idleにならない。

表5：新技術「Fast Dormancy」(高速スリープ)の考え方

(出典「携帯電話ネットワーク新常識」より画像引用)



端末とネットワーク側の両方がこの技術に対応していれば制御信号の量をおよそ3分の1に減らすことができる。iPhoneでは2010年11月にリリースされたiOS4.2以降でこの機能に対応している。Android端末の対応については2011年末で2割程度であり、端末のチップセットに依存するためバージョンアップで対応できるとは限らないようだ。

ネットワークに関して、国内事業者は2012年から2013年頃に対応を完了する予定である。

Fast DormancyはNTTドコモやソフトバンクモバイルが採用する「W-CDMA」系の技術である。KDDIが採用する「CDMA2000」系の技術だと無線チャネルの確立や開放に関わる制御信号の量が、もともと他社が採用している「W-CDMA」方式よりも少ない仕様になっている。「CDMA2000」方式には「W-CDMA」方式の「FACH」に該当する概念がない。その一方で(通信が一時的に休止状態になる)「ドーマント」の概念をEV-DO(注10)導入の2003年頃から定義している。ドーマント状態から通信状態になるとき発生する制御信号の量は、W-CDMA方式のIdleからHSPAになる場合より少ない。このほか制御信号を処理する装置とIPパケットを転送する装置が物理的に分離した構造になっているため、制御信号が増えたとしても制御信号を処理する装置だけを増設するだけで済むため対応がしやすい利点がある。(注11)

2.3.2 端末側の取り組み

- アプリ開発者におけるガイドライン等の作成

アプリに起因して生成される制御信号を抑制するため、アプリ開発者に対して、ネットワークへの影響を極力少なくする内容を取り込んだガイドラインを作成。2012年6月頃、NTTドコモはdメニュー、KDDIはauスマートパス(約700アプリ)など自社が推奨するアプリの開発者に対してガイドラインを掲示した。また、2012年10月18日にはNTTドコモが「Androidアプリから効率的に通信できるようにするための開発者向けガイドライン」を公開した。主に通信の効率化に有効な3つのアプローチを提案している。

1. アプリ単体の通信回数を減らす
2. 同一端末上の他アプリと同時に通信して端末当たりの通信回数を減らす
3. 通信のタイミングを端末間で分散させる(利用者が多いアプリ向け)

また、2012年から増えているAndroid4.0対応端末については制御信号を低減する機能が導入されている。以前のバージョンであるAndroid2.3端末は、頻繁に通信して大量の制御信号を発生させていたのに対し、Android4.0端末は通信頻度を抑えてまとめて通信を行う仕組みになっている。これにより制御信号を抑えると同時にバッテリーの持ちの点でも改善している。(注12)

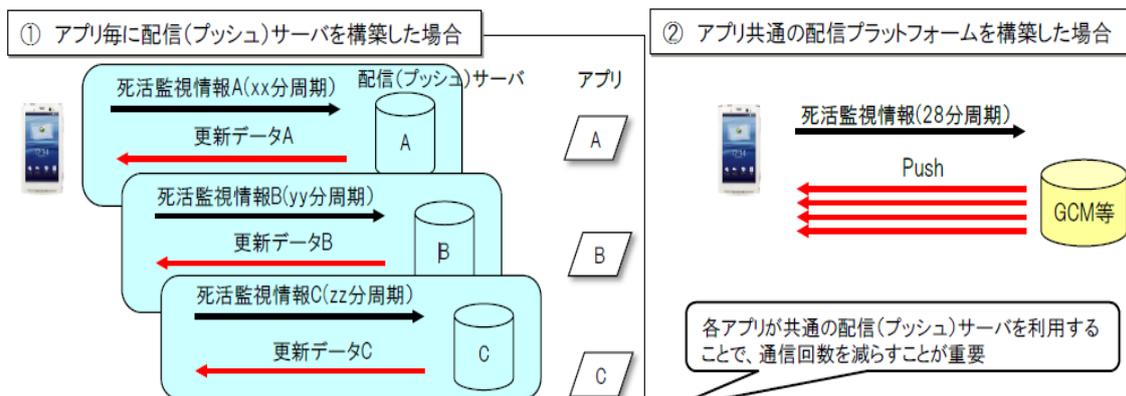
2.3.3 端末とネットワークが連携した取り組み

- アプリ共通の配信プラットフォームの活用

アプリ毎に配信(プッシュ)サーバを構築した場合、各アプリで個別に通信が発生するため、制御信号が増加し、ネットワーク処理負荷や、バッテリーの消費に繋がる。

単一の配信サーバを構築することで、通信の回数を減らし、制御信号の量を抑制することができる。(注13)

表6: Pushサーバ構築の例(出典「ドコモスマートフォン制御信号対策」より画像引用)



2.4 制御信号の対策まとめ

各携帯電話事業者は、端末やネットワークに様々な技術を導入し、制御信号抑制のためのガイドライン等を作成しているが、今後一層多くの開発者によるスマートフォンアプリの

参入が予想されるため、全携帯電話事業者が連携して共通的なガイドライン等を検討し、ソフトウェア業界に広く働きかけていくことが必要になる。さらに、外国のソフトウェアの利用も急速に増加するため、当該ガイドラインから要求条件を抽出した上で ITU 等に提案するなど、国際標準化についての議論を行う必要があるのではないかと。

注釈

(1)「携帯電話ネットワーク新常識」より引用

(2)「KDDI スマートフォンの増加に伴う制御信号急増に対する取り組み」より引用

http://www.soumu.go.jp/main_content/000165641.pdf

(3)「携帯電話ネットワーク新常識」より引用

(4) バーストトラフィック：一時的に連続して大量のトラフィックが発生すること。

(5)HSPA：W-CDMA のパケットデータ通信を高速化した規格のこと。

(6)Keep-Alive：一定期間接続を保持すること。接続確立の処理を割愛することで、サーバーの処理負荷を軽減できると同時に応答性能も高められる。

パケット：データ量の単位で1パケットは128B(バイト)、1000Bは1KBとなる。

(7)「携帯電話ネットワーク新常識」より引用

(8)パケット交換機：ユーザーのIPパケットを通すための通信パスを設定したり、端末にIPアドレスを割り当てたり、実際にIPパケットを転送したりといった役割を担っている。

(9)「携帯電話ネットワーク新常識」より引用

(10)EV-DO：Evolution Data Only の略。CDMA2000方式におけるデータ通信専用の技術仕様。

(11)(12)「携帯電話ネットワーク新常識」より引用

(13)「ドコモスマートフォン制御信号対策」より引用

http://www.soumu.go.jp/main_content/000165640.pdf

3. トラフィック増大への対策

アップル社の「iPhone」から始まったスマートフォンへの流れは、Android 搭載端末のラインナップの充実や、通信事業者の積極的な販売施策によって世界的なトレンドになっている。ところがスマートフォンの利用者が増えることによってモバイルの通信網が繋がりにくくなり、通信速度が遅くなることが増えてきた。スマートフォンが従来の携帯電話に比べて10～30倍ものデータ通信量を使うことが原因で年間約2倍のペースでトラフィックが増加している。この通信網の混雑緩和として通信インフラを整備する通信事業者の対策として以下が挙げられる。

① 無線システムの高度化

LTEはHSPAの3倍の周波数利用効率

② 周波数帯の追加

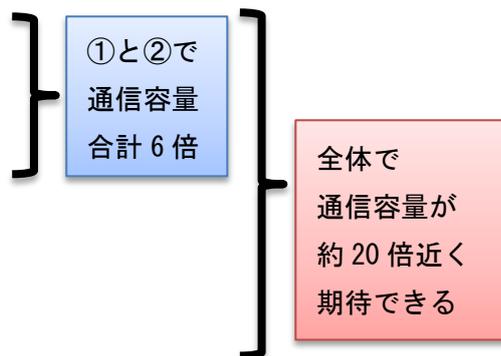
2015年までに2倍と予測。

③ 無線LANオフロード

約1.7倍の効果を期待。

④ 小セル化

約2～10倍の効果



3.1 LTEの導入

LTEとはLong Term Evolutionの略で携帯電話の新しい通信規格である。次世代の通信規格「LTE-Advanced」(4G)の前身技術のため「3.9G」ともいわれる。理論上の最高通信速度が下りで100Mbps(注1)以上、上りで50Mbps以上となるため、家庭用のブロードバンド回線にほぼ匹敵する高速データ通信が可能となる。また特徴として、音声通話をデジタルデータに変換してパケット通信に統合されることを想定した仕組みになっている。日本では2010年12月にNTTドコモがXi(クロッシィ)というブランド名で最初にサービスを開始した。

厳密にはLTEは3Gと4Gの中間技術であり、3.9Gとも呼ばれている。しかし、国際電気通信連合(ITU)がLTEとWiMAXについて「4G」という名称を使うことを認めており、米国の大手キャリアや端末メーカーはLTEを「4G」としている。日本のキャリアでは、auとソフトバンクが実質LTEと同じサービスを「4G」と呼んでいる。

表1：携帯電話の世代一覧(出典「スマートフォンをめぐる現状と課題 - 総務省」より筆者作成)

	1980年代	1983年～	2001年～	2006年～	2010年～	
世代	第1世代(1G)	第2世代(2G)	第3世代(3G)	第3.5世代(3.5G)	第3.9世代(3.9G)	第4世代(4G)
規格	アナログ方式	PDC	W-CDMA、CDMA2000等	HSPA等	LTE	LTE-Advanced
伝送速度		数Kbps	～384Kbps	～14Mbps	～300Mbps	1Gbps
サービス	音声通話のみ	インターネット接続	高速インターネット接続、動画・音楽配信			

3.1.1 LTE の特徴

LTE は下記の技術によって「大容量」、「超高速伝送」、「低遅延」の通信を実現する。

①OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access)

OFDMA(直交周波数分割多元接続)とは狭い周波数の範囲を効率的に利用した伝送を実現し、複数ユーザーのトラフィックを効率的に処理し、周波数帯域を有効に活用できる技術である。この技術により、信号を送信する周波数の帯域幅を最大 20MHz まで拡大することが可能となる。帯域幅が 3.5G の 5MHz に比べて 4 倍になるので伝送速度を 4 倍に高速化できる。

②64QAM (Quadrature Amplitude Modulation)

現在主流のHSPA方式の16QAMでは4ビット(2の4乗=16)に対して、LTEで使われる「64QAM」は6ビット(2の6乗)の信号を伝送可能。これによって従来の16QAMより送れる情報量は4倍、伝送速度は1.5倍になる。

ところが、6ビットから7ビットでは17%、7ビットから8ビットでは14%の通信速度の向上に留まる。1シンボルで送られるデータ量を増やしても、相対的な容量の拡大は次第に小さくなる。また、1シンボル当たりのデータ量を増やすほど技術的な複雑さが増し、端末や設備投資のコストが上がってしまう。よって「費用対効果という観点で考えると64QAMは1つの到達点」という認識が通信業界では強い。

③MIMO(Multi-Input Multi-Output)

MIMOとは、無線通信では送信側と受信側でアンテナを1本ずつ使うのに対し、アンテナを送信・受信とも2本以上使って伝送速度を2倍以上にする技術である。アンテナの数をそれぞれ3本、4本と増やせば理論上の伝送速度もそれに比例して3倍、4倍にすることができる。送受信に使うアンテナの数を3.5Gの1本ずつからLTEでは最大4本ずつのMIMOにすると伝送速度が4倍になる。

以上①～③の技術を取り入れることで、伝送速度をHSPAの20倍以上に高速化でき、かつ①と②の技術によって周波数の利用効率がHSPAの約3倍に上がる。

ただし、LTEが使用する帯域幅は最大20MHzとなっているが、実際このような広い帯域幅を確保するのは難しいため、「1.4MHz、3MHz、5MHz、10MHz、15MHz、20MHz」の帯域幅からでも利用できるようになっている。NTTドコモが開始したXiでも、多くの端末が使っている3Gの周波数帯域から20MHzという広い帯域幅を確保するのが難しいので5MHzまたは10MHzの使用に留め、MIMOでも4本のアンテナを使わずに2本にしたため、最大伝送速度は75Mbps止まりになっている。このように通信事業者は周波数帯域幅に余裕ができるまでの当面の間は、徐々に使用する帯域幅を増やしていく段階的な導入になると考えられる。(注2)

3.1.2 LTE の主要バンド(国内と海外事業者が使う帯域を一覧に)

FDDモードの場合、3GPPでBand1から28まで定められている。多くの海外事業者が利用し、iPhone5のような人気端末がサポートする帯域がLTE主要バンドといえる。現時点での主要バンドはBand1(2.1GHz)やBand3(1.8GHz)、Band4(AWS)、Band5(850MHz)であると考え

られる。そんななか、LTE 導入帯域のフラグメントが進んでおり、国際協調が取りづらくなっている点を解消するため 3GPP では複数の帯域を内包する幅広い Band も新たに定義し始めている。(Band 5、6、18、19 を内包する Band 26 など) (注 3)

表 2：LTE 主要バンド一覧(出典「日経コミュニケーション 2012 年 11 月号」より筆者作成)

Band	名称	帯域(上り/下り、MHz帯)	主な海外事業者のLTE導入予定バンド	iPhone5の対応バンド	日本の事業者の利用状況	備考
1	IMTコアバンド	1920-1980/2110-2170	NTTドコモ、KDDI、SBM	○	NTTドコモ(LTE)、KDDI(LTE)、SBM(LTE)	LTE主要バンド
2	PCS 1900	1850-1910/1930-1990				
3	GSM 1800	1710-1785/1805-1880	イー・アクセス、韓国KT、韓国SKテレコム、豪テレストラ、デンマークTDC、フィンランドDNA、スイスコム、伊テレコムイタリア、スペインボーダフォン	○	イー・アクセス(LTE)、NTTドコモ(3G→LTE)	LTE主要バンド
4	AWS	1710-1755/2110-2155	米プロPCS、加ロジャース、米T-Mobile	○		LTE主要バンド
5	850(米、韓国)	824-849/869-894	韓国SKテレコム、韓国LGU+、韓国KT	○		LTE主要バンド
6	850(日本)	830-840/875-885				
7	IMT拡張バンド	2500-2570/2620-2690	北欧テリアソネラ、独ボーダフォン、加ロジャース、デンマークTDC、伊テレコムイタリア、スペインボーダフォン			将来的に国際バンドになる可能性
8	GSM 900	880-915/925-960	韓国KT、欧州の事業者		SBM(3G)	韓国や欧州でもLTE導入の動きがあり、国際バンドになる可能性
9	1700(日本)	1749.9-1784.9/1844.9-1879.9				
10	3G Americas	1710-1770/2110-2170				
11	1500(日本)	1427.9-1446.9/1475.9-1495.9			KDDI(LTE)、SBM(3G)	日本固有バンドになる可能性
12	US 700	699-716/729-746				
13	US 700	777-787/749-756	米ベライゾン・ワイヤレス	○		LTE主要バンド
14	US 700	788-798/758-768				
17	US 700	704-716/734-746	米AT&Tモビリティ	○		LTE主要バンド
18	850(日本)	815-830/860-875			KDDI(3G→LTE)	
19	850(日本)	830-845/875-890			NTTドコモ(3G→LTE)	
20	800 Digital Dividend	832-845/791-821	独ボーダフォン、伊テレコムイタリア、スペインボーダフォン			将来的に国際バンドになる可能性
21	1500(日本)	1447.9-1462.9/1495.9-1510.9			NTTドコモ(LTE)	日本固有バンドになる可能性
22	3500	3410-3490/3510-3590				
23	US S-Band	2000-2020/2180-2200				
24	US L-Band	1626.5-1660.5/1525-1559				
25	PCS 1900G	1850-1915/1930-1995	米スプリント・ネクステル、米プロPCS	○		LTE主要バンド
26	E850 Upper	814-849/859-894				米国、韓国と日本の800MHz帯がハーモナイズし、新たな国際バンドになる可能性
27	850 Lower	806-824/851-869				
28	APT700	703-748/758-803			NTTドコモ(LTE)、KDDI(LTE)、イー・アクセス(LTE)	APTバンドとして南米などでも割り当てが進み、国際バンドになる可能性

日本では2009年6月10日、総務省は1.5/1.7GHz帯の新規周波数帯をNTTドコモ、KDDI、ソフトバンク、イー・アクセスの4社に割り当てる「3.9G世代移動通信システム導入のための特定基地局の開設計画の認定」について発表した。ここで使われている「3.9世代」はLTEおよびDC-HSDPAを指し、予定されている免許では両技術の利用が認められた。通信事業者4社が出した基地局開設計画のなかで、NTTドコモが1.5GHz帯および2GHz帯、KDDIが800MHz

帯および 1.5GHz 帯を LTE に導入し、ソフトバンクが 1.5GHz 帯、イー・モバイルが 1.7GHz 帯を LTE 周波数として使うことを明らかにした。

しかし KDDI グループは当初 LTE を 800MHz 帯と、1.5GHz 帯で導入する方針を示していたが、同社が投入する iPhone5 が 800MHz 帯と 1.5GHz 帯の周波数帯に対応していないことから 2GHz 帯でも LTE を導入することになった。(注4)

3.1.3 LTE の今後の展開(2014 年頃 LTE-A 時代、2016 年頃 LTE-B 時代へ)

3.9 世代の携帯電話 LTE に続いて、第 4 世代 4G 携帯電話の導入が近づいてきている。4G とは第 4 世代移動体通信システムのこと、LTE の技術を発展させた LTE-Advanced という規格が採用される予定である。新幹線などの高速移動中でも下り最大 100Mbps、低速移動時には最大 1Gbps という光ファイバー並みの超高速伝送が大きな特徴である。3GPP の標準化によって仕様が Release10 と 11 に決められており、LTE-A と称されることが多くなってきている。2014 年前後から 2016 年にかけて展開されると予想されている。

LTE-A ではこのような超高速伝送を実現するために以下の新技術を用いる。

①キャリアアグリゲーション(CA)

LTE で用いる 5～20MHz 幅の帯域幅を帯域内や帯域間で束ねて高速化を図る技術である。つまり、従来のように連続した帯域ではなく、飛び飛びの帯域を集めて使うことができる。LTE では利用できる帯域が最大で 20MHz 幅だったが、LTE-A では 5 倍の最大 100MHz 幅まで拡大することが可能となっている。

商用化の時期として 2013 年後半に米国の AT&T モビリティや韓国 SK テレコムなどが CA を使ったサービスを開始するとアナウンスしている。主要なチップセットも 2014 年前後に対応する予定なので、対応端末が主流になるのは 2014 年半ばであると見られる。

日本において CA を導入するためには制度整備が必要で、総務省が立ち上げた第 4 世代移動体通信システムの作業が完了する 2013 年から 2014 年にかけて既存帯域で CA の導入が可能となる。ただし、CA に関しては各バンドの組み合わせごとに仕様を決める必要があるため、膨大な数の仕様が 3GPP に提案されている。iPhone5 が対応するバンドが競争を左右した際と同様に、有力事業者が提案し、人気端末がサポートする CA の組み合わせが新たな競争のポイントになる可能性がある。

表3：CA(キャリアアグリゲーション)の組み合わせ一覧

(出典「日経コミュニケーション2012年11月号」より筆者作成)

Bandの組み合わせ	仕様化ステータス	提案者
1(2.1G)+5(850M)	完了	モデルケース
1(2.1G)+19(800M)	完了	NTTドコモ
3(1.8G)+7(2.6G)	2010年に着手	仏オレンジ、テレコムイタリア、スペインテレフォニカ、北欧テリアソネラなど
4(AWS)+13(700M)	2010年に着手	米ベライゾン・ワイヤレス
4(AWS)+17(700M)	2010年に着手	米AT&Tモビリティ
4(AWS)+12(700M)	2011年に着手	米コックスコミュニケーションズ、米セルラーサウス
5(850M)+12(700M)	2011年に着手	米コックスコミュニケーションズ、米セルラーサウス
5(850M)+17(700M)	2011年に着手	米AT&Tモビリティ
2(1.9G)+17(700M)	2011年に着手	米AT&Tモビリティ
1(2.1G)+7(2.6G)	2011年に着手	チャイナテレコム
3(1.8G)+5(800M)	2011年に着手	韓国SKテレコム、韓国LG U+
4(AWS)+7(2.6G)	2011年に着手	カナダロジャース、ベルカナダ
3(1.8G)+20(800M)	2011年に着手	英ボーダフォン、ドイツテレコム、仏オレンジ、テレコムイタリア、北欧テリアソネラ
8(900M)+20(800M)	2011年に着手	英ボーダフォン、ドイツテレコム、仏オレンジ
1(2.1G)+21(1.5G)	2011年に着手	NTTドコモ
11(1.5G)+18(800M)	2011年に着手	KDDI
1(2.1G)+18(800M)	2011年に着手	KDDI
3(1.8G)+8(900M)	2012年に着手	韓国KT
膨大な提案が続々追加中		

②MIMOの拡張

MIMOで使う送受信で使うアンテナの数をLTEの最大4本から最大8本ずつに増やして8×8MIMOの構成にすることができる。しかしスマートフォンのような端末にそれだけのアンテナを実装するのは困難であるため、当面スマートフォンでは2×2MIMOの構成が続き、せめて基地局側のアンテナを4本とし、4×2のマルチユーザーMIMOの構成になるのではないかという見方が強い。

③リレー伝送

セルの中に中継局を置いて信号を中継し、セルの境界付近でも強い電波で高速通信ができるようにする。電波に乗せた信号は、距離が長くなると減衰して品質が悪くなるので、途中で中継して品質の低下を抑える方法である。中継局では、単に信号を増幅するだけでは雑音や他の余分な干渉信号も増幅してしまうので、受信した信号をいったん復調して元に戻し、改めて変調した上でパケットのアドレスに従って目的の方向に送信するという基地局並みの機能を持たせるようにする。(注5)

3.9Gまでの携帯電話では、音声通話とデータ通信は別々のネットワークを使って伝送していたが、4G携帯電話では音声もパケットにして伝送するIP電話にし、ネットワークをパケット通信に一元化する計画が検討されている。NTTは2015年までに全面的にIP電話に移

行する計画である。携帯電話も IP 電話になれば、パケット通信ネットワークで固定ネットワークと相互接続ができ、これまでのような電話とデータ通信の 2 本立てのネットワーク構成が解消される。パケット通信は電話のようなリアルタイム通信には不向きとされてきたが、パケットの長さを短くする、音声のパケットを優先的に送るなどの工夫により、電話にも使えるようになってきている。

3.1.4 LTE の課題

● 統一されていない周波数帯域

現在日本、米国、欧州では違った周波数帯域が LTE に割り当てられている。LTE の周波数帯域が各国で違うことにより、まず LTE による国際データローミング・サービスが非常に困難になる。ユーザーにとっては旅行やビジネスで他国を訪問した際、LTE のデータローミング・サービスを利用したい場合、所有している LTE 端末が訪問国の LTE 周波数帯域に対応している必要がある。既に 3G を利用した国際データローミング・サービスが開発されているなか、LTE で国際データローミングが使えないのはユーザーにとって大きなデメリットである。また、共通の LTE 周波数が少ないことは LTE 端末を開発している機器ベンダーにとっても大きなデメリットとなっている。

機器ベンダーは、LTE が利用している周波数帯域が違うため、必然的に端末をマルチバンドに対応する必要がある。これによって端末のコストが上がってしまう。つまり、様々な周波数帯域が存在するため、どの帯域に対応すべきか定まっていないことが問題である。

● 周波数帯域の確保

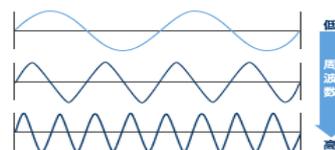
3G から LTE への移行は端末とネットワークの両面で必要である。既存の 3G システムと LTE システムは同じ帯域上で共存できない。2012 年から 2014 年前後の LTE 時代では、既存の 3G ネットワークを倒さず、いかに周波数利用効率の良い LTE へと切り替えていくか、そして LTE の帯域幅を増やして通信速度の向上を図っていくことが今後のポイントになってくる。そのため既存の周波数に加え、新規に割り当てが予定されている周波数帯を活用していくことが重要となる。(注 6)

3.2 周波数帯の拡大

二つ目のトラフィック対策として周波数の拡大が挙げられる。現在都市部では同時に通信する端末数も、端末当たりのトラフィックも多く、通信事業者は既に割り当てを受けた電波をギリギリまで使っている状態である。追加の電波割り当てを受ければ、その分だけ通信容量を拡大することができる。(2015 年までに通信容量が約 2 倍に増えると予測)

3.2.1 周波数の特性

周波数とは、1 秒間に繰り返される波の数のことで、ヘルツ (Hz) という単位で表される。携帯電話で使われる周波数は、音でも商用電源でもなく「電波」である。



電波は周波数が10倍になる単位で長波、中波、短波のような呼び名で周波数帯ごとに分類されている。

表4：周波数別利用状況一覧(出典 総務省中国総合通信局 電波利用より画像引用)

周波数	3Hz								
	3MHz			30MHz			300MHz		
名称	3kHz	30kHz	300kHz	3,000kHz					
	VLF 超長波	LF 長波	MF 中波	HF 短波	VHF 超短波	UHF 極超短波	SHF マイクロ波	EHF ミリ波	サブミリ波 赤外線・可視光・紫外光 光領域周波数帯
主な用途		標準周波数 船舶・航空機用 ビーコン 列車誘導無線	船舶通信 船舶・航空機用 ビーコン 中波放送 (AMラジオ) アマチュア無線	船舶・航空機通信 短波放送・国際放送 アマチュア無線	無線呼出 コードレス電話 航空管制通信 防災行政無線 消防無線 警察無線 簡易無線 FM放送 (コミュニティ放送) TV放送 アマチュア無線 ラジオコン	携帯・自動車電話 PHS コードレス電話 無線LAN MCAシステム タクシー無線 警察無線 簡易無線 ワイヤレスカード (ITS) アマチュア無線 パーソナル無線 電子レンジ	マイクロ波中継 放送番組中継 (STL) 衛星通信 衛星放送 無線LAN 加入者系 無線アクセス ワイヤレスカード (ITS) アマチュア無線 パーソナル無線 電子レンジ	衛星通信 簡易無線 加入者系 無線アクセス レーダ 電波天文 無線LAN	リモートセンシング レーザ通信 光空間通信システム 光無線通信 ホトニクス通信

<特性>

周波数が低い電波は遠くまで届く。周波数が高くなると光に似て直進性が強くなり、空気中の水分などによって減衰して遠くまで届きにくくなる。その代わりに、周波数の高い電波ほど多くの情報量を送ることができる。

これらの特性から携帯電話が使う電波の条件として以下が挙げられる。

①大勢の人が利用する→周波数が高いほうが良い

スマートフォンのように大量の情報をやりとりするため1台の端末が広い周波数帯域幅を使うようになってきているのに加え、利用者数が増大しているため、全体で広い帯域幅の確保が必要である。

②どこにいても電波が届く→周波数が低いほうが良い

ビル陰や曲がった道路の奥など基地局から見通しがきかなくて電波が届きにくい場所でも電波が減衰せずに届く低い周波数のほうが有利である。

③雨や雪が降っても使える→周波数が低いほうが良い

周波数が高い電波は雨や雪、霧などの中を通過すると減衰してしまう。

④同じ周波数帯を繰り返し利用する→周波数が高いほうが良い

利用できる周波数には限りがあるので、他で使っている周波数を少し離れた場所でも繰り返し利用している(セル方式)そのため電波が減衰せずにあまり遠くまで届いてしまうのは具合が悪いからである。

これ以外の条件として送受信機に使う部品の問題がある。周波数が低いとサイズが大きく、高いと小さくなりすぎて作りにくくなる。端末のサイズに合った部品を安価なコストで作るには、1～2GHz 程度の周波数が特に適している。

よって総合的に考えると 700MHz～4GHz 程度の周波数が妥当。

<制度>

電波は空中を自由に伝搬するので、同じ場所で、同じ時間に、同じ周波数の電波を別の目的に使うことは出来ない。そのため周波数ごとに利用目的を決めて厳密に割り当てが決められており、電波を出すときは原則として電波免許が必要である。例外として電波の出力が非常に弱くて周囲に影響を与えない場合や、特定の周波数帯で小電力の電波を使う場合は免許なしで自由に使える。例 ラジコン、ワイヤレスマイク、トランシーバー、無線 LAN (携帯電話の電波は携帯電話会社が一括して免許を取得し、電波の使用料を支払っている) 日本では携帯電話向けの周波数免許は比較審査方式で用いられるため、オークションでの落札に見られるような初期費用はゼロである。一方、周波数利用に関しては「電波利用料」の名目で通信事業者が国に対して毎年対価を払っている。

電波利用料自体は携帯電話事業者だけでなくテレビ放送事業者や、アマチュア無線利用者なども対象である。携帯電話の場合、端末 1 台につき年間 200 円を通信事業者が国に支払っている。そのほか携帯電話基地局については基地局の大きさに応じて費用が決められており、基地局数に見合いで支払っている。

国内の電波利用料は 2010 年度の収納分が約 677 億円である。そのうち 500 億円以上が携帯電話事業からのものであると推測できる。国内の携帯電話契約数が約 1.25 億であるため、業界全体では 1 契約当たり約 400 円の負担という計算になる。

電波は国境を越えて国外まで飛んでいくので、混信してしまう恐れがある。

これを防ぐためにスイスのジュネーブに本部を置く国連傘下の組織 ITU(International Telecommunication Union:国際電気通信連合)が国際的に周波数をどのように使うのか、どのような技術を使うのかを決めている。日本ではこれを受けて総務省が周波数割り当てを行っており、携帯電話や無線 LAN などが使う電波についても可能な限り諸外国と合わせるようにしている。(注 7)

3.2.2 スマートフォンが扱う電波

最近の携帯電話やスマートフォンは割り当てられた周波数の電波を通話やデータ通信に使うが、それ以外にもさまざまな電波を利用している。

①携帯電話の電波 700MHz～4GHz

音声とデータ通信の両方に使う。携帯電話回線の強みとして全国のほとんどの場所で移動しながらインターネットにアクセスできる。

②無線 LAN の電波 2.4 GHz、5 GHz

携帯電話回線よりも高速伝送ができるため、最近の携帯電話は無線 LAN も利用できる機

種が増えてきており、特にスマートフォンは大容量のデータを利用することが多いため、必須の機能である。ユーザーの自宅やオフィス、屋外の無線 LAN スポットなどで利用出来る。

③ブルートゥース (Bluetooth) の電波 2.4 GHz

携帯端末と周辺機器をワイヤレスで接続するのに使う。

④GPS の電波 1.5GHz

最近の携帯電話は、GPS 衛星からの電波を受けて自分の現在位置を知ることが可能となっている。ただし、ビル内や地下街などでは電波が届かないので受信できない。

⑤ワンセグ放送の電波 470M～710 MHz

通信とは別の放送用の電波を受信する。そのため、携帯電話が使えてもテレビ放送の電波を受信出来ないエリアではワンセグ放送を見ることは出来ない。

*補足

おサイフケータイのデータの送受信においては、磁力線による電磁誘導でデータを送受信するので厳密には電波とはいえない。最近のスマートフォンに搭載されている NFC (Near Field Communication: 近距離無線通信) は、十数センチの距離での小電力無線通信技術を用いるため、13.56MHz 帯を使用する。(注 8)

3.2.3 周波数再編によるプラチナバンドの割り当て

プラチナバンドとは 700～900MHz の周波数帯のことで携帯電話ではこの周波数帯の電波が最も使いやすく、携帯電話以外に航空機電話や MCA (業務用の陸上移動通信システム)、防災無線など幅広い分野で使われる貴重な帯域であるためこう呼ばれる。特徴として 2GHz 帯に比べて波形の振れ幅が大きく、障害物を迂回しやすいことが挙げられる。

初期の携帯電話 (自動車電話) では 800～900MHz 帯を使っていた。音声通話中心であった 2G までは狭い帯域でも利用出来たが、3G 携帯電話には最低でも 5MHz の帯域幅が必要である。そこで 800MHz 帯については周波数割り当ての再編を進めて帯域幅を広くし、NTT ドコモと KDDI が利用している。

<2012 年の周波数再編>

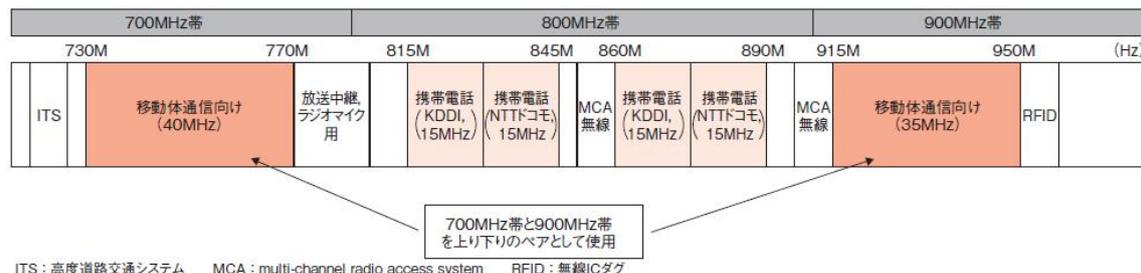
総務省はアナログテレビ放送が終了し、地上デジタル放送の移行によって空いた 710～770MHz 帯と 2G 携帯電話の終了に伴って利用可能となった 890～960MHz 帯を 3G 携帯電話の広い帯域幅 (5MHz) で使いやすいように再編成を行った。

これまで 800MHz 帯は、NTT ドコモと KDDI に割り当てられ、遅れて参入したソフトバンクやイー・アクセスには周波数が高い 1.5GHz 帯や 1.7GHz 帯、2GHz 帯が割り当てられていた。しかしこのような高い周波数帯、特に 2GHz 帯は遠くまで電波が届きにくいという性質があるため、同じセル内でも電波が弱くて伝わりにくい問題点があった。これに比べて 700～900MHz 帯の電波は、山やビルなどの障害物を回り込む性質が強く、使い勝手が良いとされていた。

携帯電話は、上り(端末が送信)下り(基地局が送信)で異なる周波数を使うので、上り/下りの相互干渉を防止するために一定の間隔を空けてペアで割り当てられる。この周波数再編の際に以前から900MHz帯を使っているMCAとRFID(電子タグ)の周波数を移動させて、ここに新しく携帯電話用の周波数を割り当てている。これは国際的に使われている周波数に合わせるためにも行われた。(注9)

表5：割り当て前の700M～900MHz帯の状況

(出典 ITpro「始まった携帯の“黄金周波数帯”争奪戦」より画像引用)



900MHz帯の割り当てにはNTTドコモやKDDI、イー・アクセスも応募していたが、最終的に総務省は、3月1日にソフトバンクモバイルを900MHz帯(900～915MHzと945～960MHzの合計30MHz幅)の事業者として認定した。決め手となったのはプラチナバンドの有無とユーザー当たりの割り当て周波数の少なさである。2011年12月末の時点で、ソフトバンクモバイルの周波数1MHz当たりのユーザー数は46.4万契約と最も多かった。1MHz当たりのユーザー数はNTTドコモが42.6万契約、KDDIが38.1万契約、イー・アクセスが12.7万契約だった。NTTドコモとKDDIはプラチナバンドである800MHz帯を利用している。イー・アクセスはプラチナバンドを持たないものの、周波数当たりのユーザー数でソフトバンクモバイルと大きな差をつけられた。

また、総務省は2012年2月29日、700MHz帯(718～748MHzと773～803MHz)の合計60MHz幅を20MHz幅ごとに分割してこれを3社に割り当てることを公表した。2012年の5月末までに申請したのがNTTドコモ、KDDI、イー・アクセスの3社だけであったため、この3社への割り当てが決定した。900MHz帯を獲得した事業者は劣後すると審査項目にあったため、ソフトバンクモバイルは申請をしなかった。(注10)

3.2.4 国内キャリアの周波数戦略

● NTTドコモ

LTEサービスの開始で先行しているNTTドコモ。2012年9月末時点でLTEの契約者数は既に620万人近くまで増えており、2012年度内には1000万契約以上とすることを目標にしている。他社が垂直立ち上げに近いエリア展開を急ぐ中、ドコモも当初の計画を前倒し、2012年度内に基地局を約2万3000局、政令指定都市の人口カバー率100%を目指す。

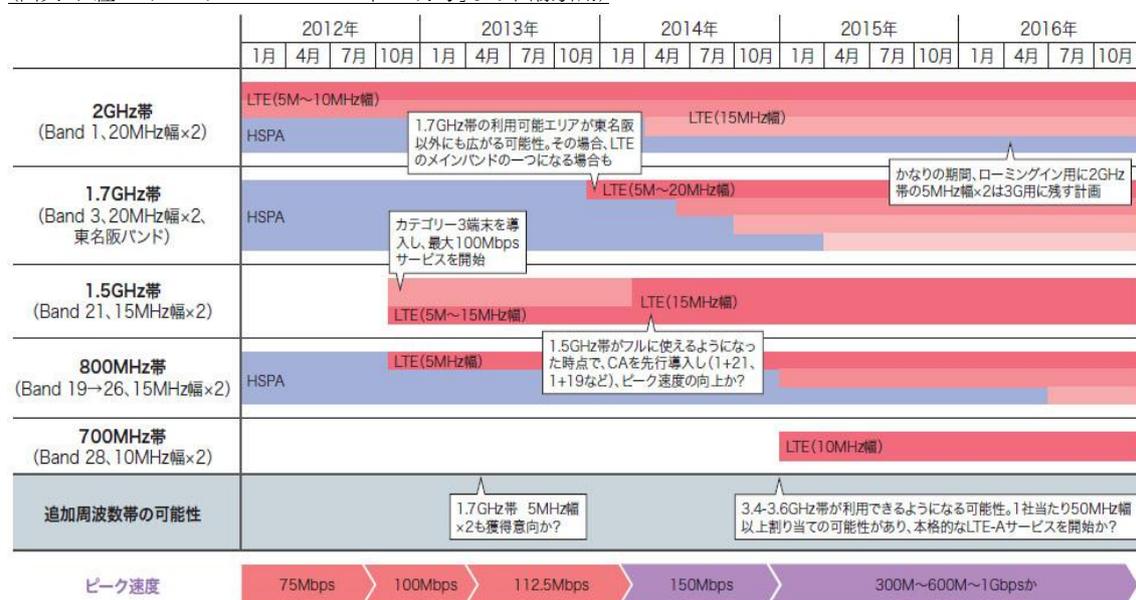
LTEの高速化も他社より一歩先に開始する。2012年11月にはこれまでの2GHz帯に加えて、800MHz帯と1.5GHz帯でもLTEサービスを開始。特に1.5GHz帯では、都心を除く一部

地域(注11)で15MHz幅×2をLTEシステムに利用するため、最大速度はこれまでの75Mbpsから100Mbpsに上がる。2012年に発表した同社の冬モデル全11機種がこの最大100Mbpsに対応したモデルとなった。(カテゴリ3)(注12)その次の施策としてカテゴリ4に対応した端末を導入し、15MHz幅×2のシステムで最大112.5Mbpsにするだろう。

さらにはLTE-Advancedのキャリアアグリゲーション(CA)技術を使って20MHz幅×2のシステムで最大150Mbpsのサービスを提供することを次のステップとしている。2015年度末までにLTE-Advancedの開発を完了するとアナウンスしてきており、一部前倒しで導入していくことを検討している。よって2014年の後半にはCAを使った150Mbpsのサービスが登場する可能性がある。(注13)

表6: NTTドコモの各周波数帯のLTE移行計画

(出典「日経コミュニケーション2012年11月号」より画像引用)



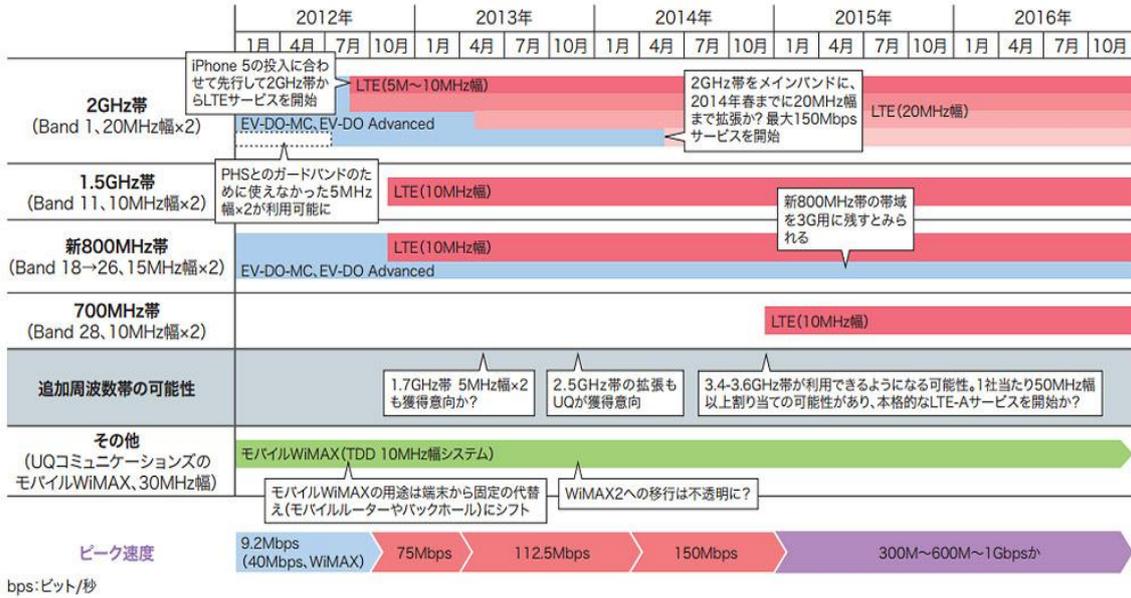
● KDDI

KDDIは9月に開始したiPhone5向けのLTEサービスに、2GHz帯で最大10MHz幅×2を利用している。11月からは800MHz帯、1.5GHz帯でも10MHz幅×2を使ってAndroid端末向けにLTEサービスを始めた。

同社の今後のLTE戦略は、2GHz帯中心に進む。2013年前半にLTEサービスを112.5Mbpsに増速。さらに2013年度中には最大150Mbpsまで速度を上げるとしている。カテゴリ4のLTE端末を導入し、20MHz幅×2を確保する考えである。(注14)

表7：KDDI グループの各周波数帯のLTE移行計画

(出典「日経コミュニケーション 2012年11月号」より画像引用)



<WIMAX の活用>

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) とは高速インターネット接続などを目的に、無線アクセス用の固定通信として開発されたものであるが、無線を使うためモバイル通信としても利用できる。モバイル WiMAX は 2.5GHz 帯の電波を使用し、帯域幅 10MHz で最大 40Mbps の高速伝送を行う方式である。モバイル WiMAX のセルは半径 500メートルから 1 キロメートルで携帯電話よりも狭い。これは 2.5GHz という周波数の高い電波を使っていること、および伝送距離を短くして電波の品質が低下するのを防ぐためである。また 4G 携帯電話の登場に合わせてこの WiMAX をさらに高速化した WiMAX2 も計画されている。(注 15)

表8：モバイル WIMAX の性能一覧(出典「図解モバイル通信のしくみと技術がわかる本」より筆者作成)

	WIMAX	WIMAX2
最大伝送速度(上り)	40Mbps	165Mbps
最大伝送速度(下り)	15.4Mbps	55Mbps
帯域幅	10MHz	20MHz
変調方式	64QAM	64QAM
無線アクセス	OFDMA	OFDMA
送受信アンテナ	2 × 2MIMO	4 × 4MIMO
セルの範囲	1km以下	1km以下

● ソフトバンク

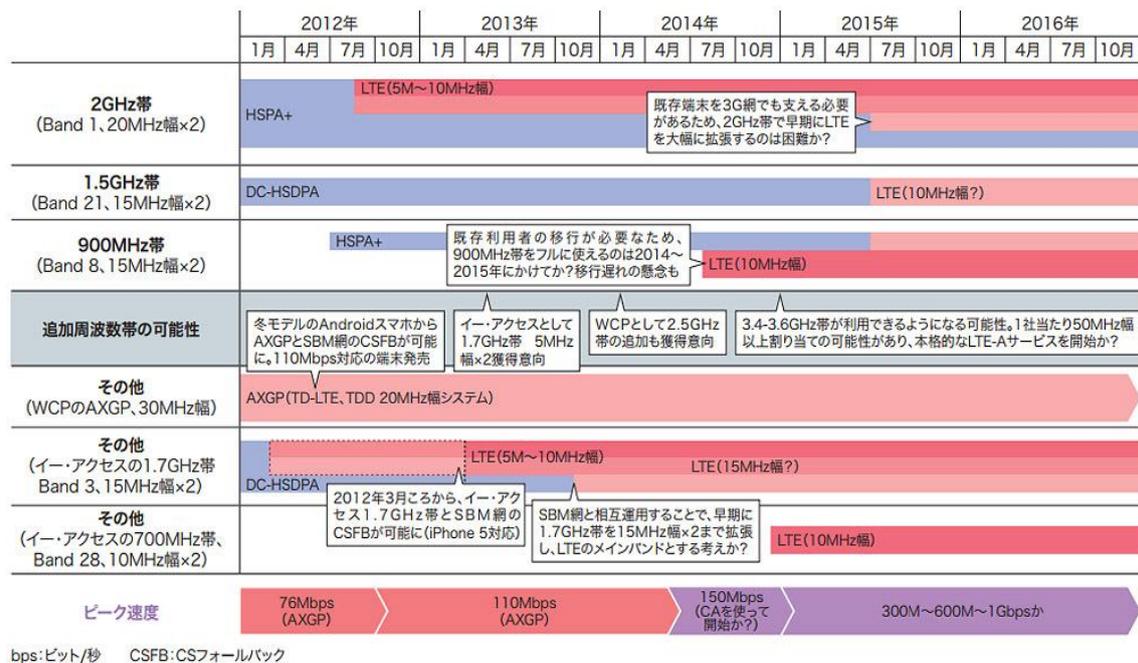
ソフトバンクモバイルの LTE サービスは直近で利用できる周波数帯は少なく、1 年乗り切れるかどうかの綱渡り状態が続くという見方が強い。9 月に iPhone5 向けの LTE サービスを開始した際には、既存の 3G ユーザーを 2012 年 3 月に追加割り当てを受けた 900MHz 帯に収容。なんとか 2GHz 帯で最大 10MHz 幅×2 を空けた。

そんなソフトバンクグループにとってポイントは、イー・アクセスの 1.7GHz 帯と WCP(Wireless City Planning)が展開する TD-LTE に 100%互換の AXGP の活用である。2GHz 帯は既存の 3G ユーザーを支える必要があるため、LTE 向けには 10MHz 幅×2 の状態が長く続くと考えられる。900MHz 帯も 15MHz 幅×2 を LTE に使えるようになるのは早くても 2014 年半ばからと見られる。つまり LTE で高速化を図るには、イー・アクセスの 1.7GHz 帯の 15MHz ×2 をフルに使い、ここを最大 112.5Mbps に増速するのが最善の策となる。いかに迅速にソフトバンクモバイルとイー・アクセスのネットワークを統合していくのかが今後のポイントとなりそうだ。

AXGP の活用については、10月に発表した冬モデルの Android 端末にて主力の 6 機種全てを最大 76Mbps の AXGP に対応させた。当面 iPhone 以外の LTE 対応端末はこちらに収容していく考えと見られる。(注 16)

表 9：ソフトバンクグループの各周波数帯の LTE 移行計画

(出典「日経コミュニケーション 2012 年 11 月号」より画像引用)



bps:ビット/秒 CSFB:CSフォールバック

<TD-LTE>

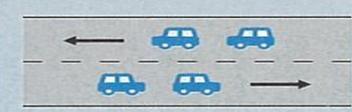
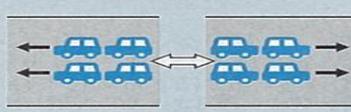
TD-LTE とは、は時間分割複信 (TDD: Time Division Duplexing) により、基地局と端末との間で同一周波数を用いて、上りと下りを短い時間単位で切り替えて通信を行う。

LTE には、TD と FDD 方式の二つの通信方式がある。端末と基地局との間でデータ通信を行う際、FDD 方式は上りと下りで異なる周波数帯を使うのに対し、TD 方式は一つの周波数帯を使い上りと下りを時間で分けて使う。

世界で LTE を商用化した 51 か国 113 事業者のうち、TD 方式を採用しているのは 10 か国 11 事業者にとどまる。FDD 方式は、3G でも主流だったことから、LTE でも主流として扱われて

いる。ただ、世界的に周波数が枯渇しつつあるなか、上りと下りで帯域を別々に設ける必要がなく、通信速度も柔軟に変更できる TD 方式が脚光を浴びるようになってきている。

表 10：FDD 方式と TD 方式の違い(出典「東洋経済 2012 11/24 号」より画像引用)

■ 現在の主流はFDD-LTEだが…		
方式	FDD-LTE	TD-LTE
仕組み	 上りと下りの帯域が別	 時間によって上りと下りを分ける
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・カバーエリアが広い(プラチナバンドの場合) ・通信効率がよい 	<ul style="list-style-type: none"> ・周波数帯が1つで済む ・上りと下りの通信速度を柔軟に変えられる
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・上りと下りでそれぞれ帯域が必要 ・上りと下りの速度が固定される 	<ul style="list-style-type: none"> ・高い周波数帯を使う場合が多く、カバーエリアが狭くなる ・上りと下りを明確に分ける壁がなく、通信効率が下がる

ソフトバンクグループ傘下の WCP(Wireless City Planning)が 2.5GHz 帯を使って AXGP(Advanced eXtended Global Platform)方式の通信サービスを開始した。ソフトバンクモバイルは WCP の MVNO(仮想移動体通信事業者)という形でこのインフラを活用し、「Softbank 4G」として 2012 年 4 月からサービスを提供している。この AXGP は TD-LTE と 100% の互換性を持っている。

3.2.5 今後の周波数割り当て

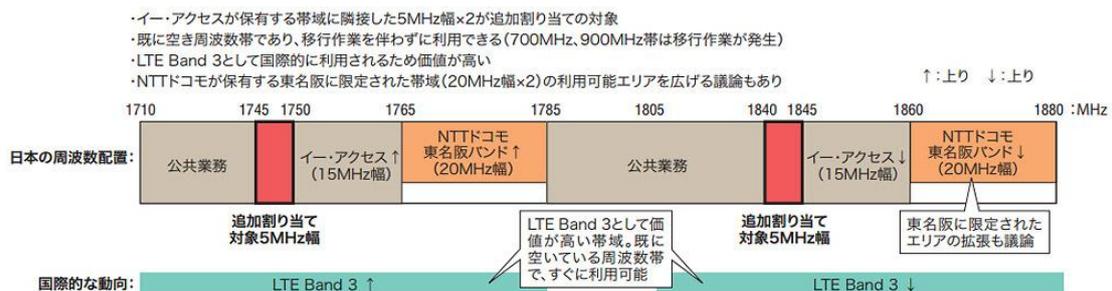
ここまでは、既に割り当てが決まっている周波数帯域による各社の戦略の違いを見てきた。実は今後いくつかの周波数帯の割り当てが予定されている。まず近々控えているのが 1.7GHz 帯の 5MHz 幅×2 と、2.5GHz 帯の 30MHz 幅の追加割り当てである。前者は LTE Band 3、後者は LTE TDD Band 41 として国際的にも多く利用されている。

1.7GHz 帯については総務省が利用調査を実施し、制度整備が動き出している。5MHz 幅×2 の追加割り当てのほか、NTT ドコモに割り当てられている東名阪限定バンドのエリア拡張についても検討されている。各社とも獲得意向を示しており、争奪戦が予想される。

割り当て時期は、割り当ての手法としてオークション方式が検討されているにもかかわらず臨時国会での法案成立の時期が見えないため何とも言えない状況だが、早くて 2013 年早々、遅くても 2013 年後半までには動きがあると予測されている。

表 11：1.7GHz 帯の追加割り当てのポイント

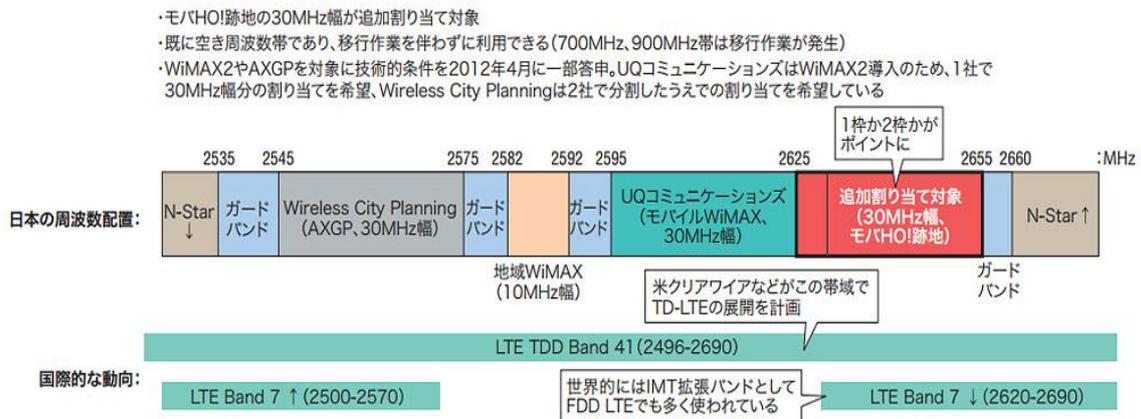
(出典「日経コミュニケーション 2012 年 11 月号」より画像引用)



2. 5GHz 帯の追加割り当ては、技術的条件が一部答申されている。UQ コミュニケーションズが WiMAX2 導入のため 1 社で 30MHz の割り当てを希望しているほか、WCP も 2 社で分割しても構わないから割り当ててほしいという意向を示している。こちらもオークション方式による割り当てが第一候補で、割り当て時期が見えない。さらには「準天頂衛星がこの帯域を利用する可能性があり、共用条件の見直しも考えられる」という情報もあり、1.7GHz 帯よりも割り当て時期が遅れる公算が高くなっている。

表 12：2.5GHz 帯の追加割り当てのポイント

(出典「日経コミュニケーション 2012 年 11 月号」より画像引用)

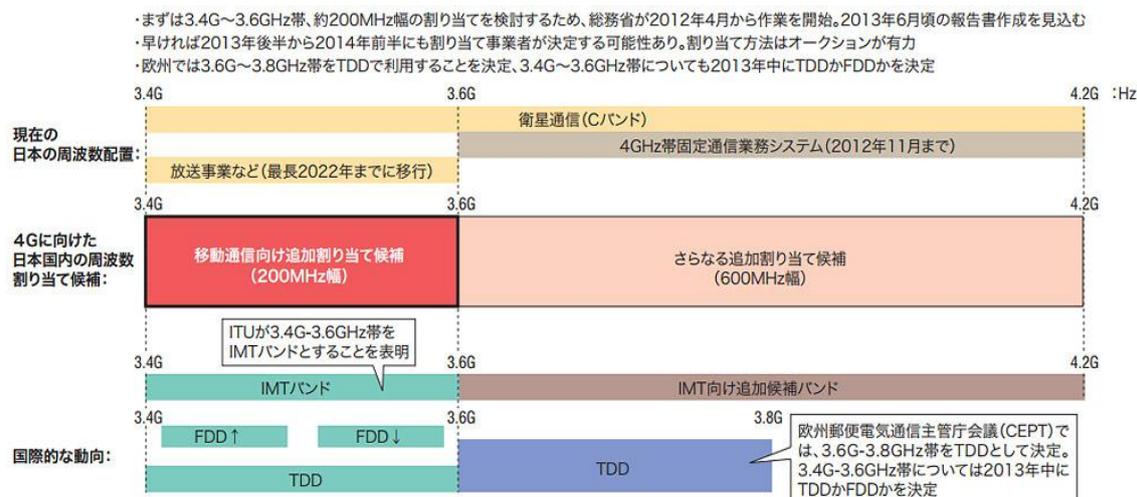


さらにその先の割り当てとしては、LTE-Advanced 向けの帯域として 3.4G～3.6GHz 帯がある。合計で 200MHz 幅にもなるこの帯域を LTE-Advanced で利用できるようになると、ピーク速度が 300Mbps～1Gbps というサービスの姿が見えてくる。総務省では 2012 年 4 月に作業班を立ち上げ、2013 年 6 月頃の報告書作成を目指している。2013 年後半から 2014 年前半にも割り当て事業者が決定する可能性がある。

さらには大穴として 2GHz 帯の移動衛星通信サービス (Mobile Satellite Service: MSS) 用に確保された帯域を地上系移動通信サービスに転用しようという動きがある。韓国で検討が始まり、日本でも総務省に対して NTT ドコモが問題提起した。その結果、2012 年秋に改訂された「周波数再編アクションプラン」(注 17)にはこの周波数の利用の在り方について検討を実施すると明記された。

この周波数帯は日中韓、欧州で MSS 用途に確保されているが、ほとんど利用実態はない。これが各国で携帯電話に転用されれば、突如として国際的なバンドが登場することになる。なおこの周波数帯に関して、ソフトバンクモバイルは災害用の衛星通信用に割り当てを希望しており、NTT ドコモと対立する姿勢を見せている。(注 18)

表 13 : 3.4G～3.6GHz 帯の割り当て計画(出典「日経コミュニケーション 2012年11月号」より画像引用)



3.2.6 周波数割り当ての課題

● 将来的な周波数の価値

現在の携帯電話方式の運用技術の開発動向を見ると、近年導入が見込まれているものとして HetNet (Heterogeneous Network) がある。HetNet の時代になると複数の通信網が重層的に設置される都市部などにおいて、スマートフォンが使う通信網ではマクロセルよりフェムトセルや Wi-Fi など基地局当たりのカバーエリアが狭い通信網を使う場面が多くなる可能性が高い。電波の特性から、フェムトセルにはより高い帯域、マクロセルにはより低いプラチナバンドなどが使われると考えるのが妥当である。このように考えた場合都市部ではフェムトセルを優先的に使うケースが多くなり、プラチナバンドの利用場面は少なくなると考えられる。(注 19)

● 割り当て制度

日本は主要国のなかでも周波数の割り当ての際にオークション制度を実施していない数少ない国の1つである。日本が電波免許割り当てで比較審査を行った時も比較的遅く、2007年の WiMAX、次世代 PHS 向け 2.5GHz 帯の割り当てが最初である。それ以前の免許付与は先着順とされたが、実際には事業者と総務省の間には事前合意が必要であった。決定のプロセスが一般には見えず、不透明な制度であったといわざるをえない。2.5GHz では初めて透明性が取り入れられたという意味で画期的な例だった。

周波数オークション制度の導入は、2010年に原口総務大臣のイニシアティブによる「『光の道』構想に関するタスクフォース」でその方針が打ち出された。その後内閣行政刷新会議は予定されていた 700/900MHz 帯の割り当てでオークションを採用することを提言したが、総務省は周波数のひっ迫を理由に 2012年3月、5月に法整備を待たず既存4社への配分を終えてしまった。結局オークション実施は次回の新規配分に持ち越されることになった。

表 14 ; OECD 諸国におけるオークション制度の導入状況および実施状況

(出典「情報通信アウトロク 2013」より筆者作成)

	国名	制度導入状況	実施状況		国名	制度導入状況	実施状況
アジア・太平洋	日本	×	×	欧州	ギリシャ	○	○
	韓国	○	○		スイス	○	○
	オーストラリア	○	○		スウェーデン	○	○
	ニュージーランド	○	○		スペイン	○	○
北米・中米	米国	○	○		スロバキア	-	-
	カナダ	○	○		チェコ	○	○
	メキシコ	○	○		デンマーク	○	○
欧州	英国	○	○		ノルウェー	○	○
	仏国	○	*		ハンガリー	○	○
	ドイツ	○	○		フィンランド	○	○
	アイスランド	-	-		ベルギー	○	○
	アイルランド	○	○		ポーランド	○	-
	イタリア	○	○		ポルトガル	○	○
	オーストラリア	○	○		ルクセンブルグ	○	-
	オランダ	○	○	中東	トルコ	○	○
	2011年10月現在 *金額の多寡を審査基準の1つとする審査を実施						

総務省の調査によれば日本以外のほぼすべての OECD（経済協力開発機構）加盟国で、周波数配分はオークションによって行われている。調査対象の欧米中東 30 か国で周波数オークションの制度がない国は日本だけで、ほかの国々はほぼすべてがオークションを行った実績がある。これまで日本で周波数オークションは「価格が高騰し、サービスの普及に悪影響がある」として導入が退けられてきた。携帯電話事業者にとってみれば、タダ同然でもらえる周波数帯に対し、場合によっては数千億円のコストを支払わなければならない。積極的に賛成する理由はほとんど無い。周波数帯の割り当ての許認可権を持つ総務省にとっても一部の権益を奪われる形になり、推進する動機は見えない。ユーザーにとっても、事業者が支払うオークション落札額がサービス料金の高騰につながる可能性があるとなれば、賛成ということにはならないだろう。そのためオークション推進派といえるのは、一部の学術関係者にとどまっていた。

価格高騰のデメリットが強調されるが、日本が周波数オークションを導入するメリットとしては以下が挙げられる

● 「周波数割り当て手続きの透明性」

オークション制度は金額の多寡によって勝ち負けがはっきりし、選定理由が明確になるメリットがある。

● 「新規参入による競争促進」

例えば、ある周波数帯には新規参入事業者を優先する条件などを付ければ、競争促進の効果も期待できる。ほかにも、オープン・デバイスの受け入れを条件とし、MVNO（仮想移動体通信事業者）への貸し出しを優遇するような条件を付ければ、望んだ方向へ市場への道筋を付けることができる。

● 「歳入増の効果」

場合によっては数千億円以上の歳入が見込める。事業仕分けで数億円単位の予算が削られる中で、その効果は大きい。価格が高騰し過ぎることへの懸念もあるが、オークションの

制度設計によってある程度コントロール可能とされている。

● 「産業競争力の向上」

日本では総務省があらかじめ電波の利用目的などを決めるため、企業の研究開発もその枠組みの中でしか動かない。企業は総務省の判断を待ってからしか動かず、新たなイノベーションが生まれにくい構図になっている。オークション制度を導入することで、これまでの総務省中心の電波行政がより市場に開かれた形になり、事前に予想すらしかなかった新しい技術やプレーヤーが登場する可能性が出てくる。

最大の課題は周波数オークションがある種の所得の移転問題であることだ。オークションの落札額は事業者が支払い、その金額はその事業者が提供するサービスを通して、ユーザーから徴収される形になる。ユーザーを出所とする落札額を、最終的にどんな目的に利用するのか。電波の管理か、それとも子ども手当など福祉に役立てるのか、地方に還元するのか。国民の総意が必要になってくる。(注 20)

3.3 無線 LAN オフロード

3つ目のトラフィック対策として無線 LAN 経由で固定通信網にデータ通信をオフロードする方法である。携帯電話の電波を使わない無線 LAN オフロードはほかのどの方法よりも携帯電話網にかかる負担を抑えられるポテンシャルを持っている。ただし、他の無線 LAN と干渉してしまい、通信速度や品質が落ちるといった問題も抱えている。

3.3.1 無線 LAN とは

無線でデータの送受信を行なう構内通信網(LAN : Local Area Network)のこと。特に、IEEE 802.11 諸規格に準拠した機器で構成されるコンピュータネットワークのことを指す。IEEE 802.11 機器に関する業界団体である Wi-Fi Alliance による相互接続性の認定の名称として Wi-Fi と呼ばれることもある。

一方でアクセスポイントへの接続を公衆に提供しインターネットへの接続手段を提供するサービスを、公衆無線 LAN(ホットスポット、アクセスポイントあるいは無線 LAN スポット、フリースポット)と呼ぶ。

無線 LAN は高速伝送が可能で、指定された周波数帯を使い電波の出力を弱くしているため、免許不要で誰でも自由に設置して使えるというのが大きな強みである。親機に相当するアクセスポイント(AP:Access point)を中心に半径 100 メートル以内程度の範囲で利用できる。

無線 LAN には使用する電波の周波数帯や伝送速度に応じて規格が決められている。市販の多くの機器には「IEEE802.11b/g/n 対応」などと表記してあるがこれは IEEE802.11b、IEEE802.11g、IEEE802.11n のいずれにも対応していることを意味する。なお、このように規格をフルネームで書くのは大変であるため、省略して 11b、11g、11n と書くようにしている。無線 LAN の標準規格が制定される以前は、内外のメーカーが独自の企画で製品を作っていたため製品価格が高く、異なるメーカー同士で互換性もなかった。そのためメーカ

一が期待したほど無線 LAN は普及しなかった。

そのような状況の中で標準規格を設定しようという気運が高まり、1990 年になって有線 LAN の標準規格化を担当する IEEE802 委員会の中に IEEE802 作業部会を発足させ、無線 LAN の標準規格化が進められた。

表 15；代表的な無線 LAN の規格(出典「図解モバイル通信のしくみと技術がわかる本」より筆者作成)

	IEEE 802.11a	IEEE 802.11b	IEEE 802.11g	IEEE 802.11n
周波数帯	5GHz	2.4GHz		2, 4GHz、5GHz
最大伝送速度	54Mbps	11Mbps	54Mbps	帯域幅20MHz 288.9Mbps 帯域幅40MHz 600Mbps
アンテナ	1本(1対1)			最大4本(4×4MIMO)
制定時期	1999年	1999年	2003年	2009年

無線 LAN が使用する電波の周波数は 2.4GHz 帯と 5GHz 帯であり、2.4GHz 帯を使う機種が多い。2.4GHz 帯には 2.40～2.497GHz の間に帯域幅 20MHz のチャンネルが 14 個用意されていてユーザーはその中から他で使っていない、雑音・妨害が少ないチャンネルを選んで利用する。チャンネル数は全部で 14 個あるが、周波数が重なっている構造上、同一場所で同時に使えるのは 2～4 チャンネルに限られる。この 2.4GHz 帯 ISM(Industry-Science-Medical)バンドと呼ばれ、産業・科学・医療などに幅広く使われる周波数帯なので雑音・妨害電波が多く、俗に“汚い周波数帯”と呼ばれている。

これに対して 5GHz 帯は 5.15～5.35GHz (屋内専用) と 5.47～5.725GHz 帯(屋内利用可能)が無線 LAN に割り当てられている。2.4GHz 帯は利用できる帯域幅が 100MHz であるのに対し、5GHz 帯は帯域幅が合計 455MHz もあるため、帯域幅 20MHz のチャンネルを全部で 19 個取ることができる。その上 2.4GHz 帯と違ってチャンネル同士の周波数が重なっていないので、全てのチャンネルを自由に使うことができる。

このように無線 LAN に割り当てられている周波数幅は 500MHz 幅を超えており、携帯電話が使える周波数全てより多い。よってスマートフォンがもたらす膨大なトラフィックを無線 LAN に逃がすこと(オフロード)が期待されている。(注 21)

3.3.2 モバイル無線 LAN ルーターとテザリング

<無線 LAN ルーターとは>

無線 LAN が使えない場所でも広域で利用できる携帯電話回線や WiMAX を使ってインターネットを利用できるようにするのが「モバイル無線 LAN ルーター」である。「モバイル WiFi ルーター」あるいは「モバイルルーター」とも呼ぶ。パソコンのマウスを薄型にした程の大きさで、バッテリーで駆動し、手軽にバッグやポケットに入れて持ち運びができる。インターネット接続には 3.5G または 3.9G の携帯電話回線を利用するものと、WiMAX を利用するものがあり、デジタル機器側は無線 LAN で接続する。無線 LAN 対応のタブレット端末、ノートパソコンやゲーム機などとモバイル無線 LAN ルーターを一緒に持ち歩けば、どこでもそれらの機器をインターネットに接続して利用できるようになる。携帯電話回線を使う場合は

携帯電話会社との契約が必要であるが、1回線契約するだけで無線 LAN 対応機器を複数台接続して使えるので便利である。

<テザリングとは>

スマートフォンのような携帯端末をあたかも無線 LAN ルーターのように利用し、携帯電話の高速データ通信を使ってノートパソコンやゲーム機などをインターネットに接続する機能をテザリング(tethering)という。スマートフォンのテザリング機能を使えば、モバイル無線 LAN ルーターを使わなくても直接スマートフォンを通してインターネットに接続できる。その場合スマートフォンはテザリング対応の OS が搭載されていることが必要で、iPhone はバージョン 3.0 から、Android OS はバージョン 2.2 からテザリング可能になったが、この機能を利用できるかどうかは通信事業者に委ねられている。(注 22)

3.3.3 各事業者の取組み

<通信事業者の取組み>

Wi-Fi 重視をいち早く表明した通信事業者は、ソフトバンクモバイルである。2009 年には、同社当時の副社長である松本徹三氏が「モバイルトラフィックの 8~9 割が Wi-Fi を流れるのが理想」と考えを明らかにしている。2010 年から「電波改善宣言」というキャンペーンの下、マクロ基地局(半径数キロメートルの広域をカバーする基地局)やフェムトセル(半径数十メートル程度の狭いエリアをカバーする基地局)の充実と同時に、フェムトセルと似た大きさのエリアカバーが可能な Wi-Fi のアクセスポイント「ソフトバンク Wi-Fi スポット」の充実も行ってきた。Wi-Fi 利用を広めるため、世界各国で会員制 Wi-Fi サービスを提供しているスペイン FON(フォン)と提携し、同社が会員向けに提供する Wi-Fi アクセスポイントを iPhone/iPad 新規契約者に無料で配布している。ユーザーは自宅のブロードバンド回線とつなぐことで、自宅を Wi-Fi エリアにすることができる。

ソフトバンクモバイルを追って、KDDI は 2011 年 6 月から公衆無線 Wi-Fi サービス「au Wi-Fi SPOT」を開始した。パケット定額プランに契約しているスマートフォンユーザーは、無料でこの Wi-Fi サービスを使うことができる。同社では Wi-Fi 網の整備にあたって、2012 年 3 月末までに 10 万か所、うち 9 割は自社でアクセスポイントを設置すると発表し、2015 年末にはトラフィックの半分を Wi-Fi にオフロードする必要があるとした。

NTT ドコモも、同社が提供する公衆無線 LAN サービス「docomo Wi-Fi」をデータ定額プランのユーザーには無料で提供するキャンペーンを開始した。将来的に 10 万か所を目指すとしている。(参考:日本全国のコンビニの店舗数が約 4 万 3000、郵便局が約 2 万 4000)

(注 23)

表 16：携帯電話会社による公衆無線 LAN サービスエリア一覧

事業者名	サービス名	特徴	アクセスポイントの数 (2012年8月時点)	利用料金
NTTドコモ	docomo Wi-Fi	ドコモが提供する公衆無線LANサービス。ドコモの携帯電話だけでなく、パソコンや携帯ゲーム機でも利用可能。無線LANインフラは、NTT-BP(ブロードバンドプラットフォーム)が敷設している。	約1万4200か所	月額315円(spモード契約をしている場合、2013年末までキャンペーンで無料)
KDDI	au Wi-Fi SPOT	auのスマートフォン向けの専用サービス。電波の強度によって無線LANと携帯電話網を自動的に切り替えられる。主にUQコミュニケーションズのモバイルWiMAXをバックホールとして利用している。	約10万か所	無料(auのAndroidスマートフォン専用)
ソフトバンクモバイル	ソフトバンクWi-Fiスポット	主にソフトバンクモバイルのスマートフォンユーザー向けのサービス。スターバックスなど約60社の店舗と提携先アクセスポイントを拡充。FONの仕組みを利用している。またソフトバンクテレコムが提供する公衆無線LAN「BBモバイルポイント」のエリアでも利用可能。	約27万か所	月額490円(パケット定額制への加入で24か月無償などのキャンペーンも実施中)

(出典「携帯電話ネットワーク新常識」より著者作成)

<自治体やコンビニ>

自治体における無料公衆無線 LAN サービスは、2008 年頃から岡山県などでいくつかの自治体で提供されていたが、2011 年頃からその数が一気に増えてきた。福岡市では、2012 年 4 月から市役所本庁舎、市営地下鉄に一部や観光案内所などで「Fukuoka City Wi-Fi」という無料の公衆無線 LAN サービスの提供を開始した。京都市でも市営地下鉄の駅や市営バスの停留所などで利用できる無料サービス「京都どこでもインターネット」を提供すると同年 7 月に発表している。また、那覇市でも観光スポットの国際通りを中心に整備を計画している。ほかにも、金沢市や函館市なども有料・無料のサービスを始めており、全国各地で自治体による公衆無線 LAN 環境の整備が進んでいる。

自治体が公衆無線 LAN サービスを始めた理由としてここ数年におけるスマートフォンとタブレット型端末の利用者が急増したことだ。スマートフォンやタブレット型端末を持つ人々は、外出先でも頻繁にインターネットを利用する。そこで携帯電話回線よりも高速通信が可能な公衆無線 LAN サービスの関心が高まった。こうした街のいたるところに公衆無線 LAN サービスのアクセスポイントが設置されたことで、利用者にとって利便性が向上し、2012 年 3 月には契約者数が前年度比 16.4%の伸び率を見せた。

理由の二つ目は無料の公衆無線 LAN サービスを提供することで、外国人旅行者を呼び込もうとしている自治体の思惑である。海外旅行者にとっては言語の問題などもあり、情報収集の手段としてインターネット利用のニーズは高まる。携帯電話事業者が提供する国際ローミングを契約すればインターネットを海外でも利用できるが、自国内と同じ感覚で使ってしまうと利用料が非常に高くなってしまう。海外では「無料」の公衆無線 LAN を提供しているところが多いのに対し、日本国内では気軽に公衆無線 LAN を利用できる環境がほとんど整っていない。こうした外国人のニーズを受け、外国人観光客の誘客に力を入れている自治体において無料の公衆無線 LAN サービスが注目されてきている。

公衆無線 LAN 導入の理由の 3 つ目は災害対策の面で期待されていることである。携帯電話網が繋がらない際の補完として公衆無線 LAN が効果を発揮すると期待されている。実際東日本大震災では、日本語による防災無線での放送が外国人に理解できなかったという報道も行われている。

これに対し、コンビニエンスストアではこれらの災害対策に加え、自社のコンテンツを配信する取り組みがある。セブンイレブンでは2011年12月から東京23区内限定店舗で無料公衆無線LANサービス「セブンスポット」の提供を始めた。無料の会員登録をするとインターネットが利用できるだけでなく、アーティストのオリジナル壁紙や動画などのコンテンツや、割引クーポンの配信なども行っている。また災害時には利用者登録なしに無料開放されることになっており、携帯電話網が繋がらない場合にも効果を発揮する。自治体が整備する公衆無線LANにも地域の活性化や災害対応力強化につながる仕組みを取り入れることが期待される。(注24)

3.3.4 無線LANオフロードの課題

無線LANオフロードの課題として「電波干渉」「電池消費」「通信サービス」「制度」など様々な問題を抱えている。

①電波干渉

通信事業者が管理する3G、4Gのようなシステムとは異なり、無線LANは誰でも構築できる自由な通信システムである分、干渉対策が難しい。2.4GHz帯で干渉を避けようとするならば同じエリアで3つのアクセスポイントまでしか共有できない。それ以上に密に無線LANのアクセスポイントを設置すると通信が不安定になりやすい。

また、持ち運びのできる「モバイル無線LANルーター」やスマートフォンの「テザリング」利用者が増えてきたことも懸念材料である。これらの端末や機能は、無線LANのエリアを持ち歩いているようなもので、多くの無線LANアクセスポイントが共存するエリアでは干渉が起きやすい。

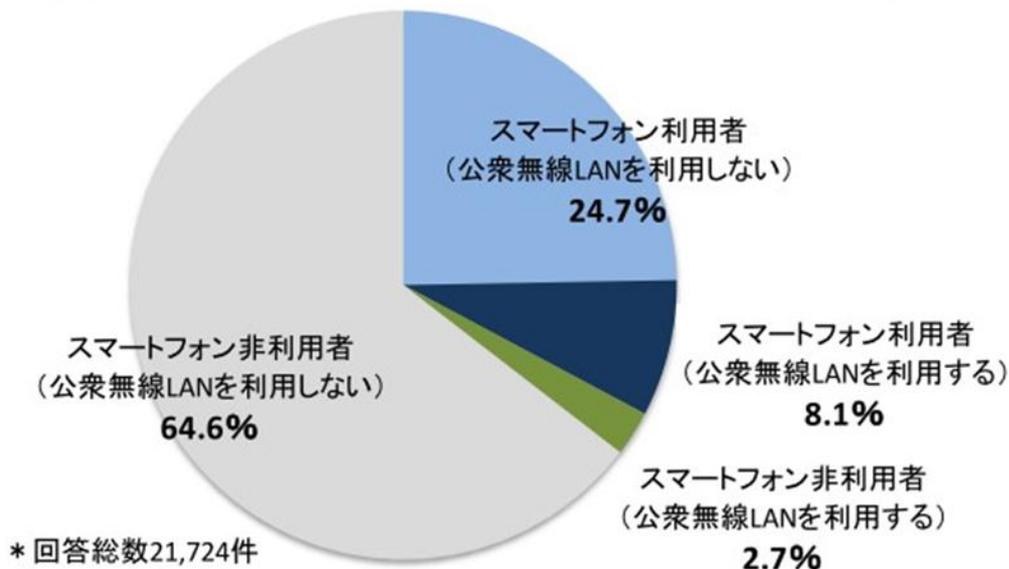
②電池消費

スマートフォンに搭載されているWi-Fiは、電池の消費が早い。携帯電話方式には省電力のための工夫が多く組み込まれているが、Wi-Fiはその部分において熟成度で劣る。スマートフォンの電池の持ちはフィーチャーフォンよりも良くないのに加え、Wi-Fiを使うほど悪化する。2012年10月22日にICT総研が行った「公衆無線LANサービス利用者予測調査」によると約75パーセントのスマートフォン利用者が利用していないという結果になった。このような結果となった原因としてスマートフォンユーザーは「バッテリーが減少することへの懸念」、「電波の切り替え設定を面倒に感じることを挙げた。

表 17 ; 「公衆無線 LAN サービス利用者予測調査」

(出典 ICT 総研「公衆無線 LAN サービス利用者予測調査」2012年10月22日より引用)

あなたはスマートフォンを利用していますか？ × 公衆無線LANサービスを利用していますか？



これらの問題に対し、KDDI は 2012 年 4 月に Wi-Fi 信号の受信感覚を最適化することで、Wi-Fi 利用時のスマートフォンの待ち受け時間を約 2 倍に改善する取り組みなどを発表している。今後新しい技術の導入などで改善される見込みがあると予想する。

③通信サービス

無線 LAN オフロードが普及すると通信事業者が通信の品質をコントロール出来ないといった問題が発生する。公衆無線 LAN に繋いでも電波が弱いため通信の品質が落ちる、無線 LAN 利用者が混み合っていて繋がりにくいといった問題が起こる。また、セキュリティ対策のされていないアクセスポイントにアクセスしてしまうと、通信内容が傍受される、18 歳未満のユーザーに対する Web フィルタリングなどが適用されなくなるといったセキュリティの問題もある。

④制度

無線 LAN オフロードの進展は、制度面にも影響を与える可能性がある。これまで通信事業者は国から付与された免許周波数帯域を使って商用の移動体通信サービスを提供してきた。いわば通信サービスと通信設備は周波数免許制度と一体であり、それは設備競争の前提であった。しかし通信事業者による Wi-Fi への取り組みは免許帯域以外でも通信事業者が競争することになるため、設備競争の前提が変わることとなる。サービスと設備の一体性が損なわれるともいえる。(注 25)

<米リパブリック・ワイヤレスの事例>

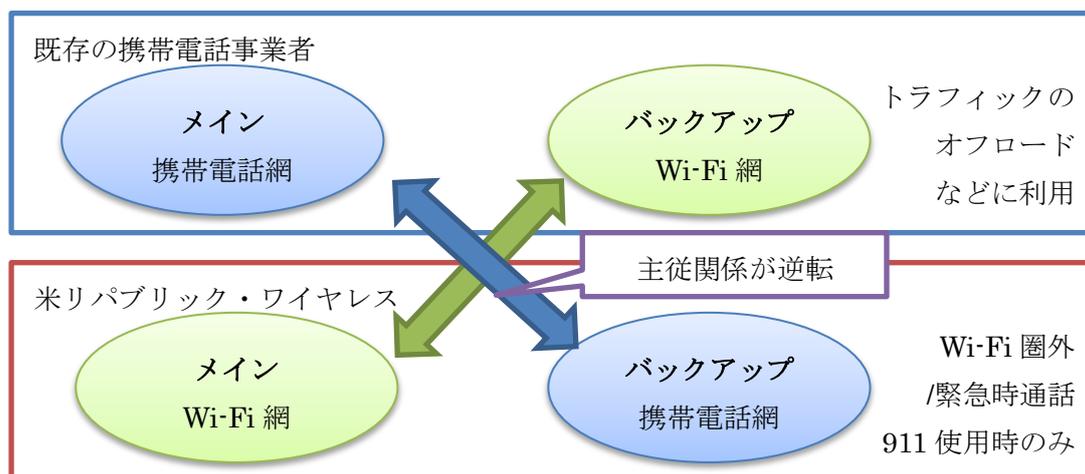
米リパブリック・ワイヤレスは 2011 年 11 月 8 日、Wi-Fi (無線 LAN) 網の利用をデフォルトとする新たな携帯サービスの提供を開始すると発表した。

同サービスの売りは、月額 19 ドルで音声、データ、テキストすべてが使い放題になる“超”格安料金にある。例えば米スプリント・ネクステルは月額 99.99 ドル、また料金が比較的安価な MVNO（仮想移動体通信事業者）の米バージン・モバイルでさえも約 3 倍の同 55 ドルである。リパブリック・ワイヤレスは契約期間の縛りや早期解約時の違約金、超過料金など約款に隠された条件は一切ないとホームページで強調している。ただし利用に当たっては専用の対応端末が必要となる。

リパブリック・ワイヤレスの携帯サービスでは、トラフィックを流すメインのネットワークを携帯網から Wi-Fi 網へ移すことで大幅なコストダウンを図り、格安料金を実現した。携帯網はあくまでもバックアップという位置付けだ。携帯網を利用するのは「Wi-Fi が使えないエリア」もしくは「緊急通話 911 の使用時」に限定している。リパブリック・ワイヤレスはスプリント・ネクステルの携帯網を利用するため MVNO に分類されている。(注 26)

表 18 ; Wi-Fi 網をメイン、携帯網をバックアップとする米リパブリック・ワイヤレス

(出典 Itpro「Wi-Fi 利用を主とする携帯サービスが登場」より筆者作成)



3.3.5 無線 LAN 標準化の動き

一方で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も活発化している。中でも Wire-less Broadband Alliance (WBA) (注 27) と Wi-Fi Alliance (注 28) という二つの大手業界団体がタッグを組むという動きが注目されている。Wi-Fi Alliance は米シスコや米インテルなど主にベンダーを中心として、機器の IOT (相互互換テスト) を進める団体。一方の WBA は主に通信事業者がメインの団体で、日本からは NTT コミュニケーションズや NTT ドコモ、KDDI、ソフトバンクが参加している。両社はそれぞれ事業間ローミングの仕組みや認証を規定しており、お互いに競合している関係だった。

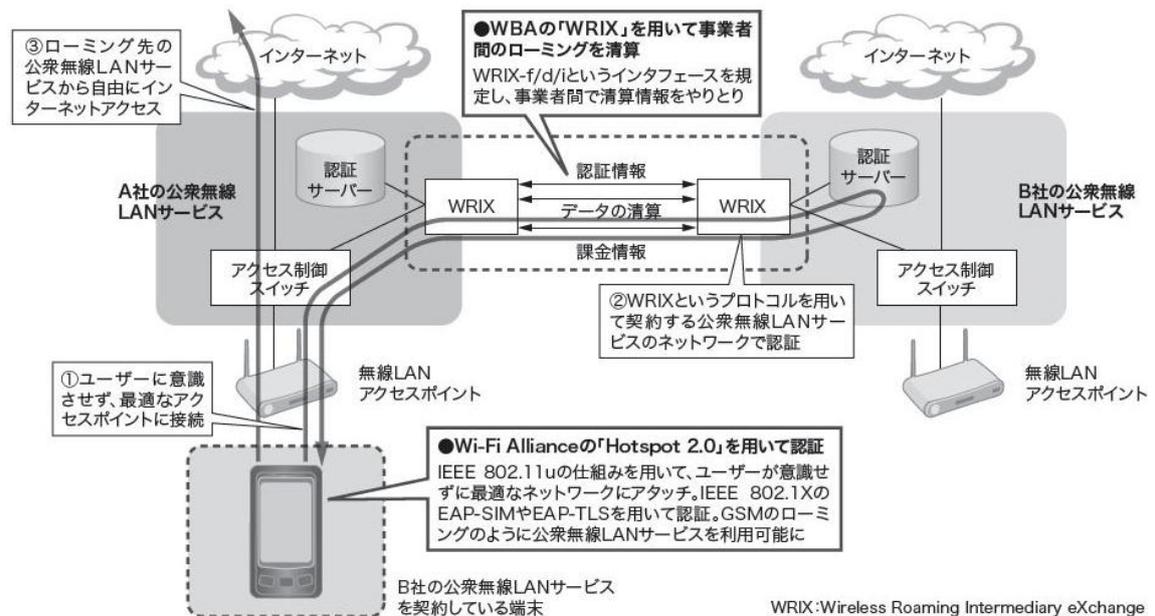
その両者が歩み寄り、2011 年 6 月に「Next Generation Hotspot」(NGH) と呼ばれる新たな公衆無線 LAN のローミングの仕組みを推進していくことを発表した。この NGH は、GSM の国際ローミングのようにユーザーが意識することなく各事業者の公衆無線 LAN サービスを使えるようになることを目指している。

NGHにおいて事業者間のローミングの精算などは、WBAが規定した「WRIX」という使用に基づく。一方、端末の認証やネットワークへの接続の仕組みは、Wi-Fi Allianceが規定した「Hotspot 2.0」を使う。Hotspot 2.0では外部ネットワークなどへのアクセス仕様を規定したIEEE 802.11uの仕組みを用いる。このためユーザーが接続先を選ぶことなく最適なネットワーク接続ができる。認証自体もSIMカードを用いた認証であるEAP-SIMなど、ユーザーに文字列を入力させない方式が実現される。まさにGSMローミングのようにユーザーによる操作を介さずに公衆無線LANにつなげることができる。

またローミングによる事業者間の料金精算の仕組みも備えているため、事業者によっては、自前で設備を打たず、ローミングチャージを支払うことで無線LANアクセス網を手に入れることが可能となる。料金負担の公平性の問題をクリアし、GSMのローミングのようにあらゆる無線LANインフラを利用できるようになる。

表 19 ; 「Next Generation Hotspot」の仕組み

(出典 ITpro「大手標準化団体がタッグで「無線LANがGSMローミングのように」より引用)



このほか 携帯電話事業者による無線LAN網への注目の高まりと共に、無線LAN網を携帯網と同様に扱う仕様を標準化する動きも進んでいる。第3世代携帯電話の標準化団体である「3GPP」で議論されており、狙いはオフロードの手法そのものというよりも、無線LANを使った場合でも携帯事業者ならではのサービスを提供できる仕組みを実現することである。現在、携帯電話事業者が提供している無線LANオフロードの方法は、端末が無線LAN網へとアクセス手段を切り替え、すべてのトラフィックを無線LANへと流す。これは、オフロードの方法として単純で分かりやすく、効果も高い。

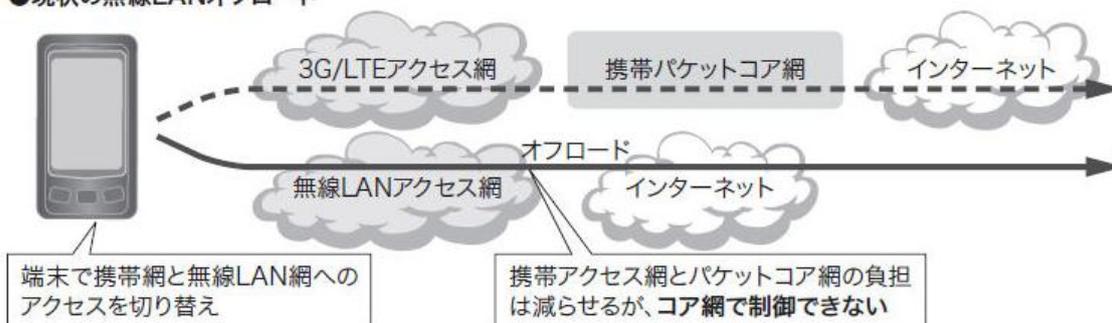
代わりに、デメリットとして、無線LAN網に切り替えた瞬間から、携帯パケットコア網による制御ができなくなる点である。ペアレンタルコントロールなど、事業者に求められるアクセス制御ができなくなる。また、パケットの種類や利用するアプリケーションによら

ず一律にオフロードしてしまう点も、改善の余地がある。パケットの種類などによって収容先を変えられれば、サービスレベルを多段階にでき、事業者には収益の機会が増す。そんな無線 LAN を携帯コア網に収容する仕様として、2009年3月に仕様が固まった「3GPP release 8」で規定されたパケットコア網「EPC」を利用する方法がある。EPC内のゲートウェイ機器「P-GW」でモビリティ管理と IP アドレスの付与を行う。こうすると、無線 LAN アクセス網に接続した端末をコア網で管理できる。アクセスが携帯網から無線 LAN 網に切り替わってもセッションが途切れないなど、シームレスな環境を構築できる。(注 29)

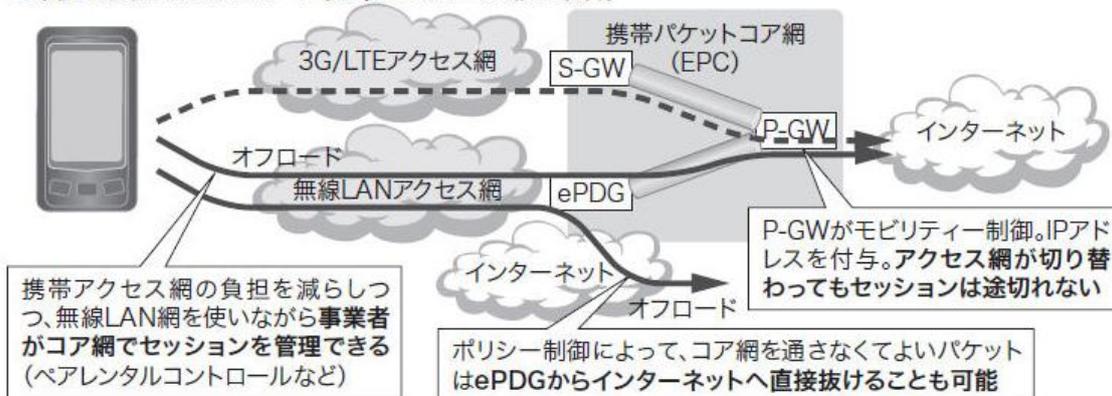
表 20；無線 LAN 網を携帯パケットコア網に収容する仕組み

(出典 ITpro「無線 LAN を携帯網に収容も、多様化するオフロード手段」より引用)

●現状の無線LANオフロード



●今後の無線LANオフロード(携帯パケットコア網に収容)



EPC: Evolved Packet Core
 S-GW: Serving Gateway
 P-GW: Packet Data Network Gateway
 ePDG: evolved Packet Data Gateway

3.4 セルの小型化

四つ目のトラフィック対策として、基地局がカバーする範囲を小型する「セルの小型化」である。これにより設置する基地局の数を増やして、単位面積当たりの通信容量を大きくする。これによって通信容量を約 1.7 倍に拡大できるとされている。ただし、基地局間の距離が短くなると、互いの電波が干渉する恐れがある。干渉を避けるため、基地局の電波の出力やアンテナの角度を調整して、カバー範囲の狭い基地局を多数設置する工夫など、新しい干渉対策の技術が今後必要となってくる。

3.4.1 セル方式とは

基地局のアンテナから発射された電波は 360 度の方向に広がりながら伝搬していく。しかしアンテナから距離が遠くなると電波が弱くなり使えなくなってしまう。使えるレベルで電波が届く範囲をゾーンといい、ラジオやテレビ放送などでは高いアンテナから電波を送信してできるだけゾーンを広くしている。

これに対して携帯電話では電波の出力を弱くしてゾーンの大きさを半径数キロメートル程度にしている。この小さなゾーンをセル(cell)といい、広いサービスエリアはセルを隙間なく並べてカバーする。各セル内には基地局を置き、セル内にいる携帯端末と電波を使って信号をやり取りする。セルの大きさをどれくらいにするかは、そのセル内でどれくらいの人が携帯電話を使うかによる。携帯電話のセルの大きさは通常 2~5 キロメートル程度であるが、人口密度が極めて低い田舎では 10 キロメートルくらいに広くすることができる。逆に大都会のオフィス街などでは 2 キロメートルいかに狭くしている。基地局から発射された電波はセル内には届くが遠く離れたセルまでは届かないので、そのセルでは同じ周波数の電波を使うことができる。このように同じ周波数の電波を繰り返し使うことで、限られた周波数で大勢のユーザーが携帯電話を利用することができるようになっている。

基地局から発射された電波は弱いながらも隣のセルに届いてしまう。そのため隣接したセルでは同じ周波数を使うことができない。そこで何種類かの周波数を用意してセルごとに割り当てる。電波の状況によっては 3 種類から 5 種類の周波数で割り当てることもできる。このようなセル方式が使えるのは電波があまり遠くまで届かない UHF 帯以上の高い電波を使う場合に限られる。(注 30)

3.4.2 セルの種類

携帯電話のセルは半径 2~5 キロメートル程度が普通だが、もっと小さいセルもある。半径数百メートル程度のセルをマイクロセルといい、PHS が採用している。基地局からの距離が短いほうが電波の品質が良いので、3.9G 携帯電話 LTE や WiMAX のような高速伝送を目的とするモバイル通信では、半径 1 キロメートル以下のマイクロセルを採用する傾向がある。一方で半径 100 キロメートル以下にしたセルをピコセルといい、主に無線 LAN が使っている。さらに半径 10 メートル程度に狭くしたセルをフェムトセルという。

セルを小さくすると基地局の数が増えてしまうが次のようなメリットがある。

- ①基地局と携帯端末間の距離が短く、電波の品質が安定しているため高度な変調方式を使うことができ、高速伝送を行うのに有利である。
- ②距離が短い弱い電波を受信でき、電波の出力が小さくて済むため携帯端末のバッテリーが長持ちする。
- ③セル内の利用者が少ないので、1 人あたりのスループット(実効的なデータ伝送速度)が低下しない。
- ④基地局を小型・低コストで作ることができ、狭いところでも簡単に設置できるため、普

通のセルでは電波が届かないところもカバーできる。

最近携帯電話ではフェムトセルが注目されている。無線 LAN のアクセスポイント並みに小型化したフェムトセル基地局を家の中に置き、FTTH などのブロードバンド回線で携帯電話のネットワークと接続する構成なので、基地局と携帯電話ネットワークを結ぶ専用回線が不要でコストがあまりかからない。フェムトセル基地局は屋外の基地局と同じ周波数の電波を使っているため、携帯端末から見ると屋外と使うのと全く変わらない。通常のセルでは、大勢の人が利用しているため一人当たりのスループットが低下してしまうが、フェムトセルなら利用者が少ないので安心して高速通信を利用することができる。また、超高層マンションの最上階や地下街・ビル内など、屋外の基地局の電波が届かないような部屋でもフェムトセル基地局を設置すれば簡単に携帯電話を利用できるようになる。

しかし、課題としてフェムトセルは屋外の基地局と同じ周波数で携帯端末と通信するので、近くの基地局との電波干渉が起こる可能性がある。そのためフェムトセルの設置に当たっては、携帯電話会社による屋内の電波環境を行った上で、総務省への申請・許可を経なければならない。さらにフェムトセルは、インターネット回線を経由して携帯電話ネットワークとつながるので、品質保証やセキュリティ対策も必要になる。(注 31)

<フェムトセルを活用したオフロード技術>

3GPP では、主に宅内からのトラフィックを対象としたオフロード手法についても、検討を進めている。具体的には IFOM (IP Flow Mobility and seamless WLAN offload)、LIPA (Local IP Access)、SIPTO (Selected IP Traffic Offload) という 3 種類の手法である。

IFOM は、アプリケーションの種類などによって経路を変えるための仕様だ。無線 LAN 網と携帯網の双方でセッションを張ることができ Dual Stack Mobile IPv6 のクライアントを端末に実装することで、双方の経路を柔軟に使い分けられるようにする。

LIPA と SIPTO は、無線 LAN ではなくフェムトセル (超小型基地局) 向けの仕様。携帯パケットコア網の機能の一部を Local GW としてフェムトセル内部に持たせ、柔軟なオフロードを可能にする。

表 21 ; フェムトセルを用いた LIPA の仕組み

(出典 ITpro「無線 LAN を携帯網に収容も、多様化するオフロード手段」より引用)

●LIPA (Local IP Access) フェムトセルから家庭内 LAN の機器へ直接アクセス

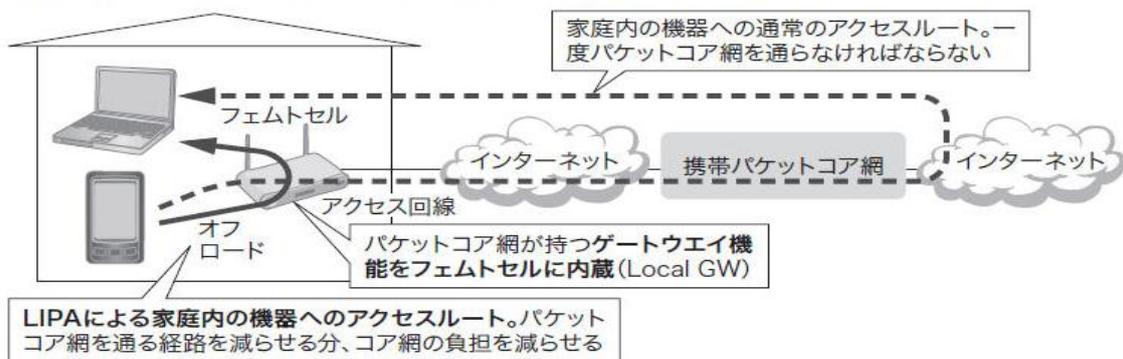
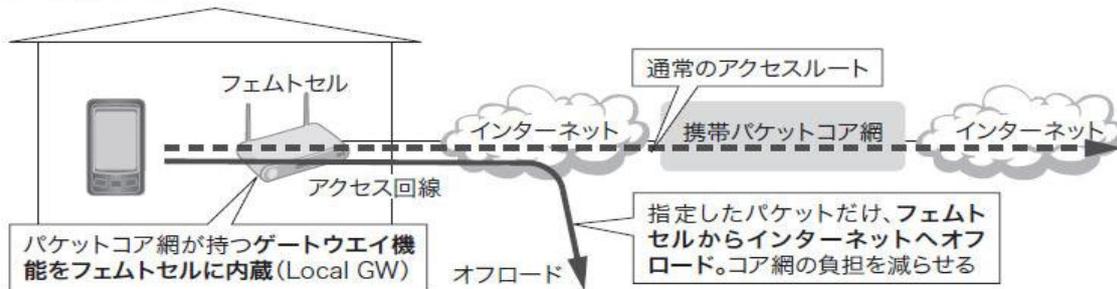


表 22 ; フェムトセルを用いた SIPTO の仕組み

(出典 ITpro「無線 LAN を携帯網に収容も、多様化するオフロード手段」より引用)

●SIPTO (Selected IP Traffic Offload) 任意のパケットを携帯パケットコア網を通さずにフェムトセルから直接オフロード



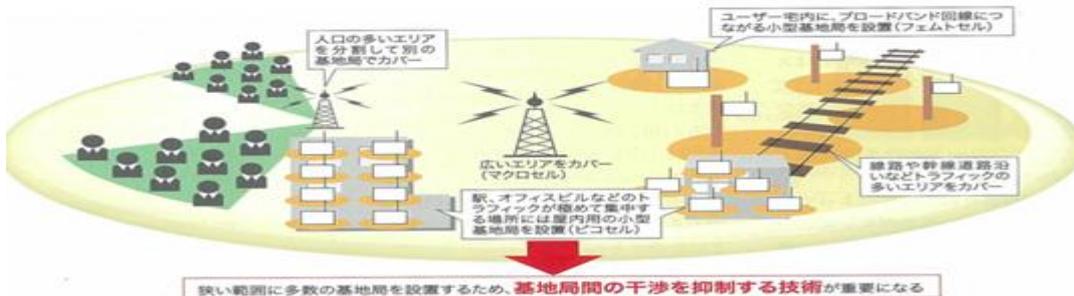
LIPA は、家の中のパソコンやプリンターなどには携帯網を介さずにアクセスできるようにする。SIPTO は任意のパケットを携帯パケットコア網を通さずにフェムトセルからインターネットへとオフロードする。いずれも携帯パケットコア網への負担を減らせる。

なお LIPA や SIPTO、IFOM は、2011 年 3 月に、仕様が固まって 3GPP の Release 10 に規定された。「トラフィックの振り分け方法などは、実装に委ねられている」(KDDI 研究所の横田英俊モバイルネットワークグループグループリーダー)。例えば KDDI 研究所では、端末の状態を把握し、ネットワーク側から最適な経路にトラフィックを振り分ける方法として、3GPP で規定された ANDSF (Access Network Discovery and Selection Function) という通知機能を使う方法を研究している。(注 32)

3.4.3 HetNet (Heterogeneous Network)

HetNet (Heterogeneous Network: ヘテロジニアスネットワーク)とは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させる技術である。広いエリアをカバーするマクロセルの中に、トラフィック集中エリアをカバーするためにスモールセルやピコセル、フェムトセルなど小型の基地局を設置する。このように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ことが可能となり、条件次第では収容効率を約 2~10 倍に上げることが出来る。ただし、HetNet を推し進めていくと基地局間との距離が狭くなって干渉したり、基地局と基地局の間にいるユーザーの通信品質が低下する可能性がある。そこで以下の技術開発が進んでいる。

表 23 : HetNet の構築例 (出典「携帯電話ネットワーク新常識」より画像引用)

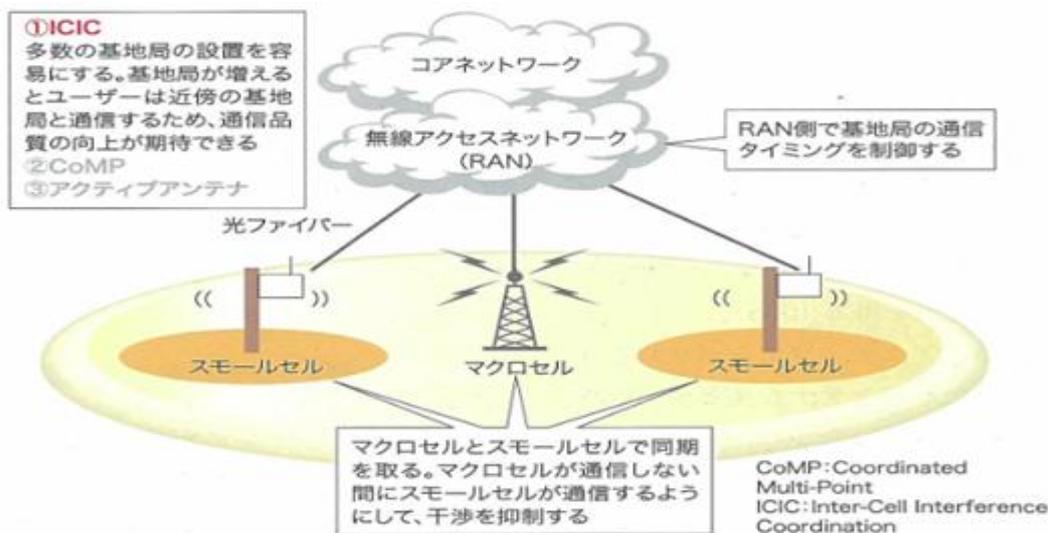


①ICIC(Inter-Cell Interference Coordination)

ICIC はマクロセルとスモールセルの干渉を防ぐ技術である。基地局同士が同期を取り、マクロセルが通信していない時間や周波数を使ってスモールセルが通信するようにする。一般に携帯電話は基地局と端末の距離が近いほど通信品質が高い。ICIC でスモールセルを増やせると、ユーザーは近傍の基地局と接続するようになって通信品質が向上し、全体の通信容量が改善される。

表 24 : マクロセルとスモールセルの干渉を防ぐ技術「ICIC」

(出典「携帯電話ネットワーク新常識」より画像引用)

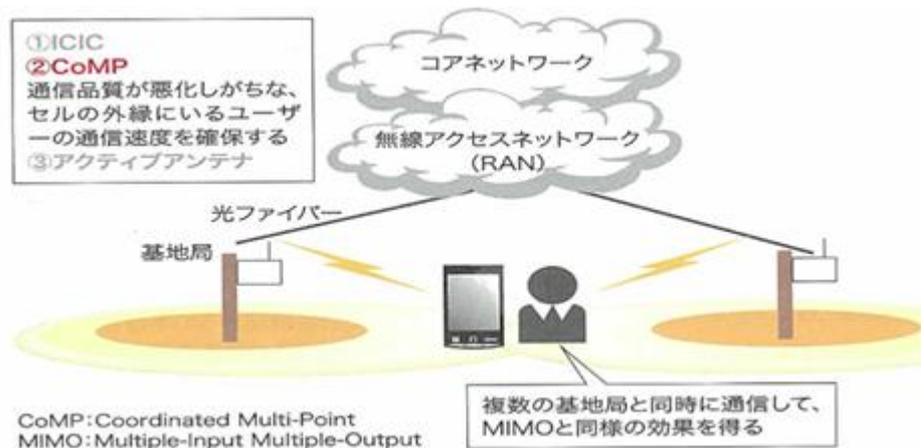


②CoMP(Coordinated Multi-Point)

CoMP は、HetNet を推し進めると増えてしまうセルの谷間にいるユーザーを救う技術である。一つの端末が複数の基地局と同時に通信して MIMO と同様の効果を得る。

表 25：セルの谷間にいるユーザーの通信品質を高める「CoMP」

(出典「携帯電話ネットワーク新常識」より画像引用)

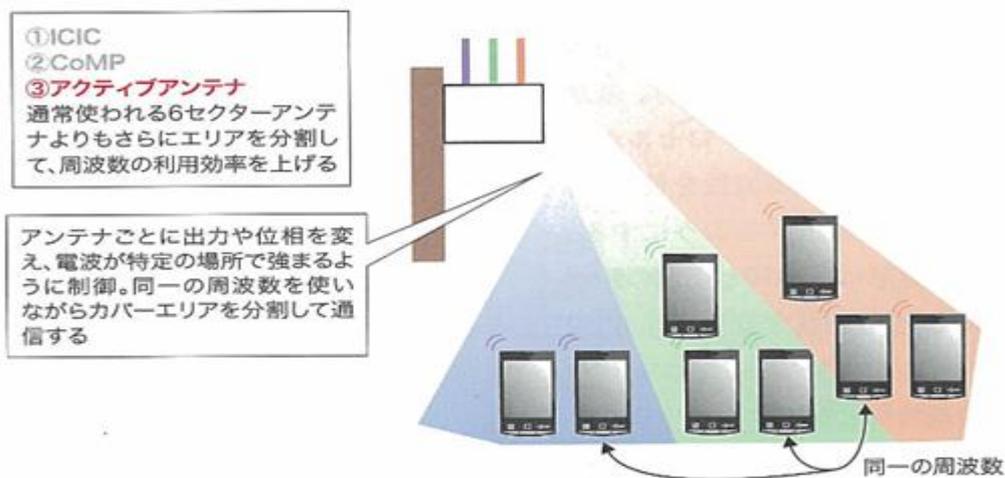


③アクティブアンテナ

基地局に複数のアンテナを搭載して、同一の周波数を使いながらカバーエリアを分割する技術である。現在の基地局では指向性アンテナを搭載してセルを分割してカバーしている。しかし屋外では6分割以上にするのは難しいとされている。(注 33)

表 26：複数アンテナを用いてエリアを細かくする「アクティブアンテナ

」(出典「携帯電話ネットワーク新常識」より画像引用)



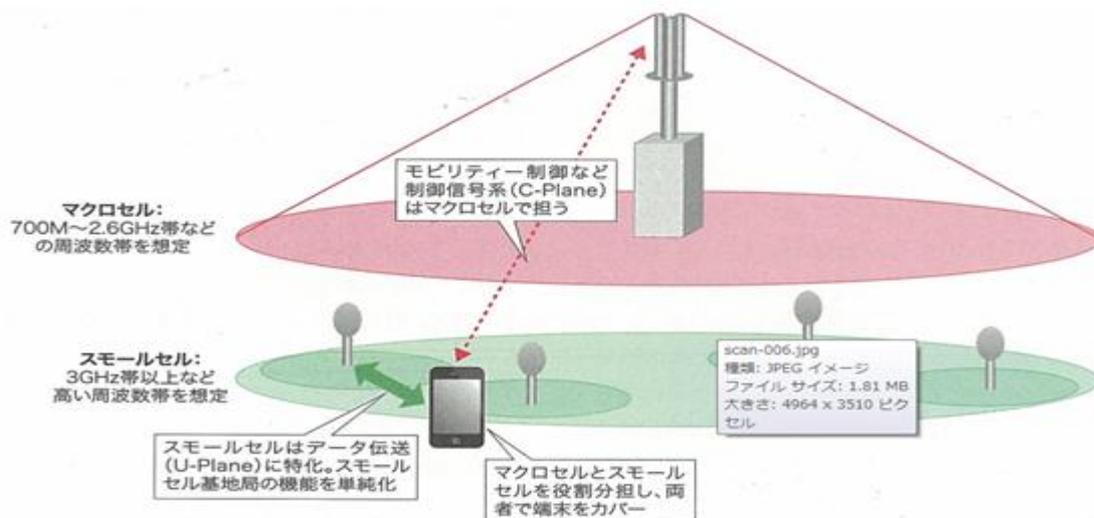
3.4.4 スモールセルの高度化

LTE-Advanced の次の仕様として LTE-B (Release12) が 2016 年頃の導入に向け、提案されている。この LTE-B の仕様である Release12 で特に注目されているのが、スモールセルの高度化である。LTE-Advanced では、通信速度の追及が中心だったが、この LTE-B ではトラフィックをより効率的に収容していくか (キャパシティ) に焦点が集まっている。スモールセルの高度化では、屋内などスモールセル向けの周波数帯として 3GHz 帯以上の高い帯域を使うことを想定している。マクロエリアの中にスモールセル局を配置し、データ

トラフィックをスモールセル側にオフロードすることで全体のキャパシティを向上する。Release12以降で提案されているスモールセルの高度化では、これに加えてマクロセルとスモールセルを役割分担し、端末は両者に接続する。スモールセル局はユーザーのデータ伝送に特化し、制御信号などのコントロール系機能はマクロセル側に任せる。

表 27 ; Release12 で新たに提案されたスモールセルの高度化

(出典「日経コミュニケーション 2012年11月号」より画像引用)



これのメリットとして現在はマクロセル基地局と同等の機能を持つスモールセル基地局の機能を単純化でき、より効率的にデータ伝送だけに特化することができる。スモールセルの容量改善効果は大きく、密度を上げれば10倍近くキャパシティを向上できると言われている。Release12の議論は始まったばかりで、商用化は早くても2016年前後になるとみられる。しかし既にトラフィック急増は近々の課題であるため、各事業者はRelease12の高度化の仕様が固まるのを待たずに取り組みを始めている。

例えばKDDIはLTEの展開に合わせ、将来的にHetNetの運用を見据えて韓国サムスン電子製のピコセルの展開を始めている。ソフトバンクモバイルも2013年春スモールセルのトライアルを開始する。NTTドコモもHetNetシミュレーターを開発し、HetNetの展開を検討している。

<NTTドコモが行ったHetNetのシミュレーション>

NTTドコモは、2012年7月5日から6日にて開催された無線技術関連の展示会「ワイヤレス・テクノロジー・パーク2012」で、HetNet (Heterogeneous Network) シミュレーションの最新デモを披露した。このデモではLTE-Advancedのその先の3GPP Release12以降を見据えて、マクロセルの中にスモールセルを敷き詰めると、HetNetでどこまで容量を拡大できるのかをシミュレーションにて披露した。

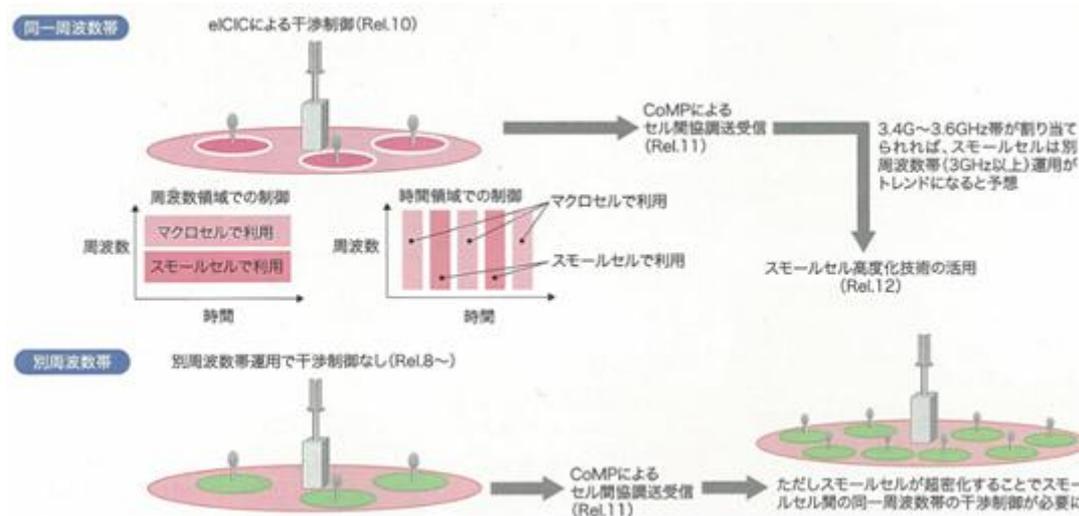
シミュレーションの構成はマクロセルに2GHz帯を20MHz幅利用。そのマクロセルの中に30個のスモールセルを配置し、3.5GHz帯で200MHz幅を使うというLTE-Advancedの標準仕様(最大100MHz幅)を超えた構成のシミュレーションを行った。マクロセルだけの場合と比べ

て、スループットの合計値は約 224 倍に拡大している。

Release12 のスモールセル高度化は、マクロセルとスモールセルを同一周波数帯で運用する場合と別周波数帯で運用する場合の二通りで考えられる。

同一周波数帯で運用する場合、eICIC を使った干渉制御が必須となる。干渉制御の方法には、周波数領域でマクロセルとスモールセルで利用するリソースブロックを分ける方法、時間領域でリソースブロックを分ける方法の二通りがある。なお基地局に加えて端末も eICIC に対応した Release10 の端末が必要となるため、実際の展開は 2014 年頃になる。一方、別周波数帯で運用する場合は、スモールセル間が隣接しなければ干渉制御技術は必要ない。その後、場合によってはセル端の容量改善技術として CoMP の適用もあるとみられている。そして世界的に 3GHz 帯近傍が割り当てられる 2015 年頃を経て、2016 年前後に Release12 のスモールセル高度化が商用展開されると予想されている。この時点では、別スモールセルを別周波数帯で運用する動きが主流になりそうである。(注 34)

表 28：スモールセルの進化のシナリオ(出典「日経コミュニケーション 2012 年 11 月号」より画像引用)



3.5 モバイルネットワークの今後

2015 年までに年間 2 倍ペースで増えるトラフィックを収容するには LTE や周波数の拡大だけでは対処しきれない。今後さらに増加するスマートフォンのトラフィックを支えるには、無線 LAN オフロードやセルの小型も含めた複数の手段を組み合わせる必要がある。現在、携帯電話事業者を中心に様々なオフロード手段を導入しており、今後も LTE やセルの小型化させていくと考えられる。ただこれらの技術は、導入までに周波数帯の確保、基地局等の設備、端末の対応など時間が掛かることが予想されるため、当面の間は導入してすぐ効果の得られる無線 LAN がトラフィック対策の中心になると考えられる。よって今後携帯電話事業者は、周波数帯を効率よく利用するために既存の 3G から LTE へユーザーを移行させることに加え、無線 LAN をより多くのユーザーに使ってもらう取り組みが必要になってくるだろう。

注釈

- (1) Mbps：通信速度の単位の一つ。1Mbpsは125KB/秒に相当し、1秒間に125KBのデータを送れることを表す。
- (2) 「携帯電話ネットワーク新常識」より引用
- (3) 「日経コミュニケーション2012年11月号」より引用
- (4) 「情報通信アウトルック2012」より引用
- (5) 「日経コミュニケーション2012年11月号」より引用
- (6) 「情報通信アウトルック2012」より引用
- (7)(8)(9) 「図解 モバイル通信のしくみと技術がわかる本」より引用
- (10) 「携帯電話ネットワーク新常識」より引用
- (11) 都心を除く一部地域：岩手、宮城、福島、新潟、富山、石川、福井、愛媛、徳島、香川、高知、沖縄の一部の地域。
- (12) カテゴリー3：2×2MIMO、帯域20MHz幅×2までで、下り最大100Mbps、上り50Mbpsに対応する端末カテゴリーを指す。ちなみにカテゴリー4端末は2×2MIMO、帯域20MHz幅×2までで、下り最大150Mbps、上り50Mbpsに対応する端末。
- (13)(15) 「日経コミュニケーション2012年11月号」より引用
- (16) 「図解 モバイル通信のしくみと技術がわかる本」より引用
- (17) 「日経コミュニケーション2012年11月号」より引用
- (18) 周波数再編アクションプラン：総務省が毎年実施している、各周波数帯の利用状況の調査と周波数再編を進めるためのアクションプラン。ここでの改訂事項が今後の周波数再編の具体的な動きにつながっていく。
- (18) 「日経コミュニケーション2012年11月号」より引用
- (19) 「インターネット白書2012」より引用
- (20) ITpro「揺れる電波行政、周波数オークション導入への道」より引用
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20110202/356778/>
- (21)(22) 「図解 モバイル通信のしくみと技術がわかる本」より引用
- (23)(24) 「情報通信アウトルック2013」より引用
- (25) 「インターネット白書2012」より引用
- (26) ITpro「Wi-Fi利用を主とする携帯サービスが登場」より引用
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20120227/383222/>
- (27) Wi-Fi Alliance：主にベンダーを中心に無線LAN機器の相互テストを進める団体。米シスコや米インテルなどが中心メンバーである。
- (28) Wireless Broadband Alliance：主に通信事業者が中心となって、無線LANの事業者間ローミングや認証の仕組みを規定している団体。
- (29) 「携帯電話ネットワーク新常識」より引用
- (30)(31) 「図解 モバイル通信のしくみと技術がわかる本」より引用

(32)(33) 「携帯電話ネットワーク新常識」より引用

(34) 「日経コミュニケーション2012年11月号」より引用

4. ネット中立性を巡る議論

スマートフォンの急拡大によるトラフィックの増大により、国内携帯電話事業者からパケット定額制の見直しを示唆する発言が飛び出している。実際、海外で米 AT&T モビリティや米ベライゾン・ワイヤレスなどが定額制の廃止に踏み切っている。今のところ携帯電話事業者は定額廃止には踏み切っていないが、仮に定額制が廃止されれば、ユーザーの利用環境の変化や、コンテンツプロバイダーへの影響も大きくなる。国内のネット中立性を解決するためにはどうすればいいかを様々な事例を基に検討していく。

4.1 ネット中立性とは

ネットワークインフラを提供する事業者が、他の事業者やその他のネットワークの利用者と「中立」的に関わることで、特定の事業者を優遇し、特定のアプリケーションやサービスを不利に扱うことをしないことを指す。

このネット中立性は 2004 年頃から米国で注目され始めていた。Google、Microsoft、Yahoo! など、インターネット・サービスを提供する企業が通信事業者(固定回線)に対し、ネットワークの公平利用を求めたことがきっかけである。

- 「利用の公平性の議論」

これらの事業者は「規制をかけなければ、通信事業者が自社のサービスのみを優遇し、イノベーションが阻害される」として規制や法律によって、ネットの開放に関する義務付けを制定すべきだと主張してきた。なかには「あらゆるトラフィックを一切区別せずに、すべて平等に伝送すべきだ」という原理主義的な主張を行う人たちもいる。

- 「負担の公平性」(通信事業者側)

一方で、膨張するインターネット・トラフィックに対応するために、継続的な設備投資を行う必要に迫られている通信事業者からは、それらのコストをインターネット・サービス事業者にも負担してもらいたいという声が出始めた。

このように中立性の議論では、インターネット・サービス事業者側が「利用の公平性」を要求するのに対し、通信事業者側は「負担の公平性」の主張を行うことが多く、議論がすれ違いがちである。(注1)

4-2 FCC による中立性規則

米国において規制当局がネット中立性規制に言及した最初のケースは、通信規制当局 FCC(Federal Communications Commission)のパウエル委員長が 2004 年 2 月に行った講演。同委員長は、通信事業者が自発的に 4 つの「ネット・フリーダム」原則に従うように求めた。FCC は翌 2005 年 8 月に「ブロードバンド・ポリシー・ステートメント」を採択したが、これは前年にパウエル委員長が提唱したネット・フリーダム原則を踏襲するものであった。しかしこれは「ポリシー・ステートメント」という名前のおおりの、FCC の方針を声明として発表しただけのものであり、強制力を持たない。そのため中立性の規制推進者たちは、これを FCC 規則として明文化すること、あるいは法律で制定することを求めている。

表1：ネット中立性に関する FCC の現行規制 (出典「情報通信アウトルック 2012」より筆者作成)

FCC のブロードバンド・ポリシー・ステートメント	
(2005年8月5日採択、9月23日公表)	
①	消費者は自身が選択する合法的なインターネット・コンテンツにアクセスする資格を有する。
②	消費者は自身が選択するアプリケーションおよびサービスを利用する資格を有する (法執行の必要性には従う)
③	消費者はネットワークに害を及ぼさない合法的な機器について、自身の選択にもとづき接続する資格を有する。
④	消費者はネットワーク事業者、アプリケーション/サービス事業者、コンテンツ事業者間の競争を享受する資格を有する。

こ

れを受けて FCC は、2010年12月にネット中立性規則を採択し、規制を明文化して強制力を持たせた。この中立性規則での注目点は、固定ブロードバンド事業者とモバイル・ブロードバンド事業者とで扱いを変えたことである。

表2：2010年12月に FCC が採択した中立性規則の概要

(出典「情報通信アウトルック 2012」より筆者作成)

項目	規制対象事業者	義務付けの概要
①透明性義務	固定ブロードバンド事業者およびモバイル・ブロードバンド事業者	ネットワーク・マネジメント慣行の条件について開示しなければならない。
②ブロッキングの禁止	固定ブロードバンド事業者	合法的なコンテンツ/アプリケーション/サービス、無害なデバイスの利用を妨げてはならない。
	モバイル・ブロードバンド事業者	合法的なWebサイト、自社が提供する音声/ビデオ・テレフォニー・サービスと競合するアプリケーションの利用を妨げてはならない。
③非差別的取扱義務	固定ブロードバンド事業者	合法的なトラフィックの伝送を不合理にして差別してはならない。

①透明性義務 (情報の開示)

透明性の義務は固定事業者、モバイル事業者の双方に課される。下記の表は FCC が示した「開示されるべきと考えられる情報」の例であるが、これに従う場合だと細かな情報提供を行う必要がある。なかには「アクセス速度の実際値」などのように、どのように測定すればよいのかははっきりしないものが含まれている。

さらに厄介なのは FCC が「このリストは必ずしも網羅的ではなく。セーフハーバーでもない」と記していることだ。このリストに掲載されている情報を全部開示すれば良いというわけではない。

表3：FCCが示した開示されるべき情報の例(出典「情報通信アウトロク 2012」より筆者作成)

項目		開示されるべきと考えられる情報の例	
ネットワーク 慣行	輻輳マネジメント	・輻輳マネジメントの説明	
		・同対策の対象となるトラフィックの種類	
		・輻輳マネジメントの目的	
		・エンドユーザーに対する影響	
		・対策で採用されている基準	
		・利用上限および超過した場合の取扱い	
特定アプリケー ションの取扱い	接続端末制限	・特定のプロトコルまたはプロトコル・ポートをトラフィック制御しているかどうか	
		・実施している場合はその理由 など	
		・接続する端末機器について、なんらかの制限をもうけているかどうか	
セキュリティ	セキュリティ	・接続端末について認証手続きがもうけられているかどうか など	
		・エンドユーザーまたはネットワークのセキュリティを確保するために用いられている慣行	
パフォーマ ンス特性	サービスの記述	・サービス技術	
		・アクセス速度(期待値および 実測値)	
		・レイテンシー(遅延)	
	スペシャライズ ド・サービスの 影響	スペシャライズド・サービスの影響	・リアル・タイム・アプリケーションへの適合/不適合 など
・どのようなスペシャライズド・サービスが提供されているか ・スペシャライズド・サービスはラストマイルの帯域に影響を及ぼすのか。及ぼすとしたらどのような影響があるのか *「スペシャライズド・サービス」とは帯域制限が必要となるIPベースの音声/映像サービスのこと			
商用条件	料金	・月額料金	
		・従量料金	
		・中途解約金	
		・追加サービスの料金 など	
	プライバシーポ リシー	プライバシーポリシー	・ネットワーク・マネジメント慣行がトラフィックのインスペクションを伴うか
			・トラフィック情報は蓄積されるのか ・トラフィック情報は第三者へ提供されることはあるか ・トラフィック情報はネットワーク・マネジメント慣行以外の目的で利用されることはあるか など
救済措置	救済措置	・エンドユーザーやエッジプロバイダによる苦情/質問への対応方法	

②ブロッキングの禁止

ブロッキングの禁止は固定事業者とモバイル事業者で義務付けが異なる。固定事業者の場合は、輻輳対策などのネットワークマネージメントを目的とする場合を除き、原則すべての合法的なトラフィックに対するブロッキングが禁止されている。一方でモバイル事業者については無線周波数という有限の設備を利用している特性から、サービスのブロッキングを禁止していない。しかしながらモバイル事業者の場合も「自社が提供する音声/ビデオ・テレフォニー・サービスと競合するアプリケーションの利用を妨げてはならない」とされている。したがって通信事業者自身がモバイル端末に向けて映像配信サービスを行う場合、同様の他社のサービスをブロッキングすることは禁止される。

③非差別的取扱義務(*固定回線のみ該当)

固定通信事業者に対しては非差別的取扱い義務が課される。しかしながらこの義務付けはすべての差別を禁止するものではない。

たとえばFCCは「非差別的取扱いは、情報開示を進めることで、合理的になる可能性が高ま

る」と記している。したがって、伝送のリアルタイム性が求められる音声や映像配信は優先的に伝送し、メールなどのトラフィックはベストエフォートにする、などの区別は、情報開示しておくことで合理的とみなされる可能性が高い。

一方で、通信事業者が自社の映像配信サービスのトラフィックを競合他社の映像配信トラフィックよりも優遇することは「不合理な差別」に該当するだろう。しかし FCC は「ユーザーの選択による伝送速度や QoS(サービス品質)の異なるサービスの提供は不合理な差別に該当しない可能性が高い」とも記しており、すべての場合にそれが不合理と判断されるかどうかは微妙なところである。(注2)

<ユーザーの階層化について>

ネット中立性のなかには「階層化が認められるかどうか」という論点がある。階層化とは、「顧客をクラス分けして、たくさん支払ってくれた場合に、より良いサービスを提供することである。中立性における顧客には「エンドユーザー」と「エッジプロバイダ」(インターネット上でコンテンツ・アプリケーションなどを提供する事業者)の2種類あるため、階層化も2種類存在する。

今回 FCC は「エンドユーザーに対する階層化は認められるべきだ」と指摘した。エンドユーザーに対する階層化とは、ブロードバンド・サービスに月間利用上限を設けて、上限額を超えた場合に従量料金を課金することを指す。FCC は「パフォーマンスや利用量にかかわらず、すべての加入者に同額の料金支払いをさせることは、低利用ユーザーによるヘビーユーザーへの内部相互補助を強制する可能性がある」と記している。

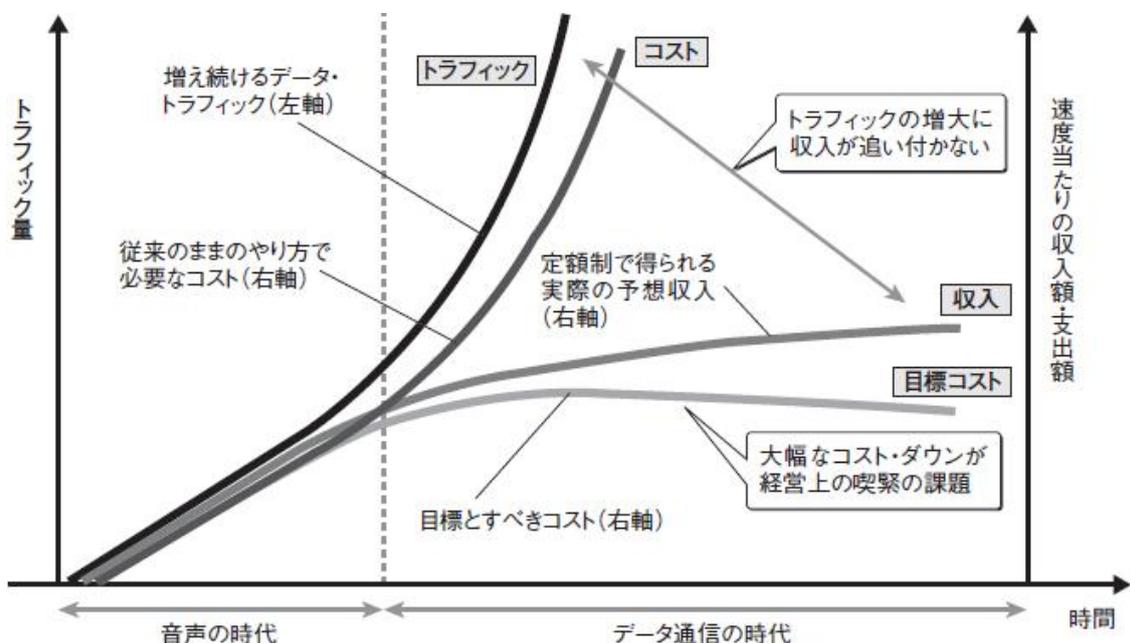
一方のエッジプロバイダに対する階層化とは、優先的な伝送を希望するコンテンツプロバイダーに追加的な支払いを求めること。これについて FCC は明確な判断を示さなかったが、「著しい懸念を生じさせる可能性がある」と表現している。(注3)

<欧州の移動体通信事業者が直面した「ホッケー・スティックカーブ」のジレンマ>

実際に欧州のモバイル・データ通信が2008年以降、爆発的に増加していた。トラフィックが急増する中、定額利用でのサービス提供を余儀なくされた移動体通信事業者は、「ホッケー・スティック・カーブ」と呼ばれるジレンマに直面した。音声の時代には、トラフィック増による費用増はそれに伴う収入増で賄えた。しかしデータ通信の時代に入り、急増するトラフィックに対して見合った収入を得られていない。移動体通信事業者はこうしたなか、データ料金を定額制から従量制に移行させる、LTEを早期に導入するなどさまざまな対策を講じてきた。さらに最近ではこれらの対策に加え、コンテンツプロバイダーにも費用負担を求める動きが出てきている。

表 4：トラフィック急増に収入が追い付かないことを示す「ホッケースティック・カーブ」

(出典 ITpro「欧州の移動体通信事業者に起こるパラダイム・シフト」より画像引用)



[LTE World Summit 2008]の資料を基に情報通信総合研究所が作成

英国の O2 UK は「ユーザーだけが料金を払う環境では、コンテンツプロバイダーが(モバイル)のネットワークを効率的に使おうとするインセンティブは生じにくい」と指摘している。また、フランスの Orange は「コンテンツプロバイダーも相応の費用を負担する仕組みが必要」と主張しており、スペインの Telefonica はコンテンツプロバイダーの事業を「タダ乗り」というやや過激な表現で形容している。こうした主張の背景には、近年成長著しい Google や Facebook をはじめとするコンテンツプロバイダーへの意識がある。

これに対しコンテンツプロバイダー側は、「モバイルキャリアが我々にも費用負担してもらいたいというなら、ユーザーから得る収益の一部をシェアしてもらおうことについて話し合おうべき」として反発している。(注4)

<従量課金制の導入>

スマートフォンの普及が進むにつれて懸念されるのが、データ通信のトラフィックの増加である。動画をはじめ大容量データのやり取りが増えており、このままでは回線がパンクする恐れもあると世界中で問題視されていた。これを受けて米国では2010年以降、大手携帯電話会社が相次いで「データ通信定額制」を廃止し、一定量を超えると課金される従量制の料金体系に移行した。

「定額制」廃止に最初に踏み切ったのは、米 AT&T モビリティ。2010年6月にデータ通信の料金プラン変更を発表した。それぞれ利用可能なデータ量の上限を設け、超えた場合は追加料金を徴収される。米携帯電話最大手ベライゾン・ワイヤレスも2011年7月、AT&Tを追うように定額制から従量課金制へと移行している。

表5：海外の通信事業者の料金プラン一覧

(出典 PC Online「使い放題はほとんど崩壊、定額制を廃止し従量課金へ」より画像引用)

通信事業者	ベライゾン・ワイヤレス	AT&T	T-モバイル	スプリント・ネクステル
料金制度	従量課金制	従量課金制	従量課金制	定額制
データプランの例	1カ月で2GB までは30ドル (通話料金は別途必要)	1カ月で2GB までは25ドル (通話料金は別途必要)	1カ月で2GB までは69.99ドル (500分の通話料金を含む)	データは無制限： 音声通話の料金に 応じて69.99～ 99.99ドル

4-3 国内におけるネット中立性の論点

ネット中立性の論点が多岐にわたるのは、「オープンで自由なインターネットを守るための原則」という理念が幅広い概念であるからだ。そもそもネット中立性は米国で議論が始まったが、日本の議論は内用が若干異なる。

米国では通信事業者による不当なブロッキングの是非や、帯域制御のための条件、さらには理念的な内容まで幅広く議論された。議論の末に米国の FCC が 2010 年 12 月、通信事業者に対する不当なブロッキングなどの禁止や、合理的なネットワーク管理の場合のみ帯域制限を認めるといったネット中立性の新規定を採択した。

これに対して日本のネット中立性では、「ネットワークのコスト負担」と「利用の公平性の在り方」が主なテーマとなっている。これは日本では米国などで議論になる不当なブロッキングなどは、通信事業者やインターネット接続事業者に課せられた電気通信事業法の「通信の秘密」の義務によって通信内容による不当な扱いができないため、この論点はクリアになっている。日本では、総務省が設置した「ネットワークの中立性に関する懇談会」で 2006 年から 2007 年にかけて YouTube や GyaO! といった動画配信事業者がトラフィック増を誘引しているという「インフラただ乗り論」について議論された。

最終的にはトラフィックを消費するヘビーユーザーに対する扱いが落としどころになった。これによりヘビーユーザーに対する以下の帯域制限を認めることとした。

- 「契約者全体の速度が停止することを避けるために、帯域制限を実施することは社会的に許容される」
- 「帯域制御の運用方針を明示すること」

懇談会の議論を経て、電気通信事業関連の 4 団体が「帯域制御ガイドライン」を策定。このガイドラインに沿って現在は固定通信分野だけではなく携帯電話事業者も含めてヘビーユーザーに対する帯域制限を実施している。(注5)

<国内の議論のポイント>

① 「トラフィック増加の原因」

ネットの混雑に対してヘビーユーザーに帯域制限を施すルールは、今も重要な役割を持つ。しかしモバイルに関しては混雑の問題を超えて定額制廃止というユーザーに対するコスト

負担の求め方が問われる段階に来ている。

だが「定額制廃止はあり得ない」という意見が国内では強い。定額制廃止が叫ばれるほどのトラフィックを生んでいる原因はスマートフォンである。かつて携帯電話事業者は、自らが主導してネットワークの能力に基づいて、バランスを取りながら端末の商品開発を進めていた。だがここ数年のスマートフォンのシフトによって携帯電話事業者はバランスを放棄し、トラフィックをコントロールしていく道を捨ててしまったともいえる。

しかもスマートフォンの実質価格を従来型のフィーチャーフォンよりも安く設定し、ユーザーのスマートフォン移行を促したのも携帯電話事業者自身である。

とはいえ海外では定額制廃止が現に進んでいる。だが日本と海外では状況が違い、日本では海外以上に携帯電話事業者に対する責任は重い。何故なら海外では端末とネットワークを別々に売っているケースが多い。それに対して日本では携帯電話事業者がネットワークと端末をセットで販売しているケースがほとんどである。よって携帯電話事業者自身が招いたトラフィック増のツケをユーザーに回し、後から定額制を廃止するというのは消費者保護の観点から絶対にあってはならないことだ。

定額制の見直しはあくまであらゆる対策を取ったうえでの最後の手段として考えられている。実際、各携帯電話事業者はいまだに高利益であるため、欧州のように収益がコストを下回るような状況には陥っていない。利益を維持するために定額制を見直すといっても通用する話ではない。

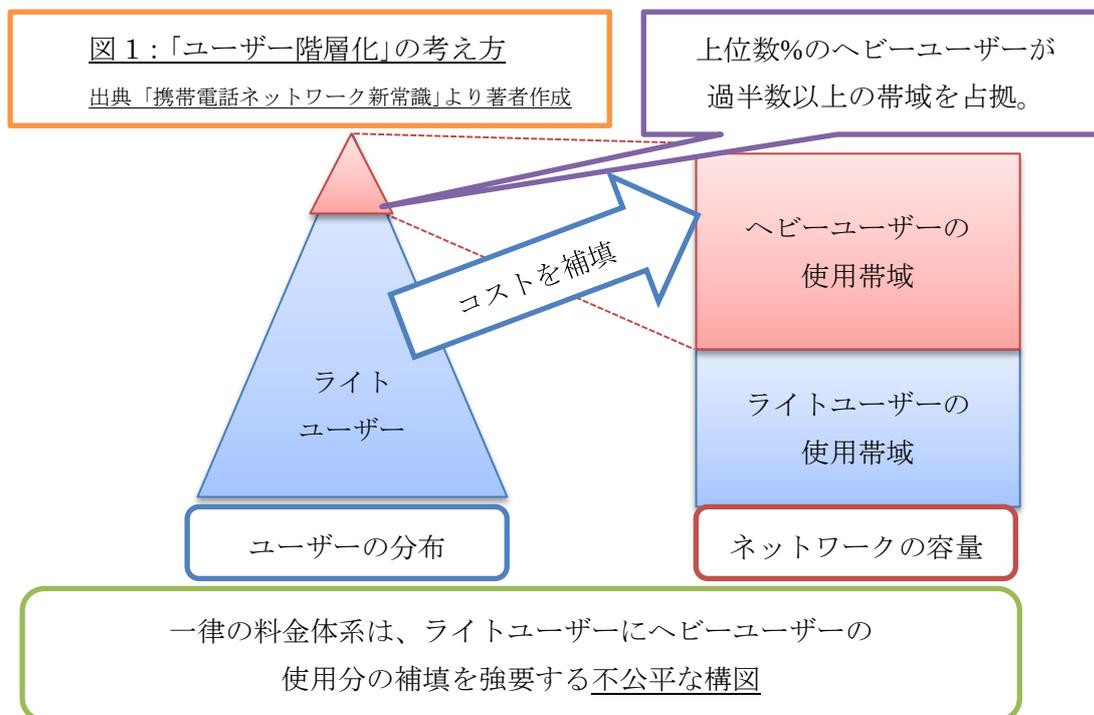
また、これらの問題は監督官庁である総務省で行うべきだという見方が強い。かつて総務省は「モバイルビジネス研究会」という会議において「移動体通信市場における現行ビジネスモデルの見直し」として通信料金と端末価格を分離させた「分離プラン」(注 6)を各社に提案するなど携帯電話事業者の料金制度に介入した事例も過去にある。

② 「ヘビーユーザーに対する負担を増やす」

確かに昨今のモバイルトラフィックの増加を招いたのは携帯電話事業者自身であり、その責任は重い。だがそれだけでなく遅かれ早かれ帯域のひっ迫が引き起こされる事態になったとも言える。モバイルインフラは固定インフラと異なり、複数のユーザーと帯域をシェアする仕組みであるため、一部のユーザーがトラフィックを占拠した場合、固定インフラ以上に他のユーザーに迷惑がかかる。また一般に数%のヘビーユーザーがトラフィックの過半を占めていると言われる。逆にこうしたケースでヘビーユーザーとライトユーザーが同じ条件で利用していることは、公平な利用とは言えない。ライトユーザーに対して、ヘビーユーザーへの補填を強制しているとも言える。よってヘビーユーザーに対する負担増は認められるべきかという論点が浮上する。

実際、欧米のネット中立性の議論では、「ユーザーの階層化」という概念で整理されており、ヘビーユーザーへの負担増は認められるべきという意見が主流である。現にヘビーユーザーへの追加課金としては、既に NTT ドコモが LTE サービス「Xi」の料金プランとして打ち出している。ただ、どの程度の packets を利用したユーザーからヘビーユーザーと定義

するのは難しい。Xi では定額制から従量制に移るのを 7GB としたが、その 7GB の論拠はどこにあるのか不明である。また端末やサービスの進化によって一般ユーザーの利用も伸びるため、年々その基準も変わることも予想される。関係者の間で明確な基準を作ることが必要であるとする。



③ 「コンテンツプロバイダーへの負担をふやすべきか」

一方、ユーザーの階層化が認められるのであれば、コンテンツプロバイダーの階層化は認められるべきかという論点も考えられる。トラフィック増の原因がコンテンツプロバイダーにもあるのなら、より多くのトラフィックを誘引したコンテンツプロバイダーが通信事業者に対してより多くのコストを負担するといった枠組みである。

ただコンテンツプロバイダーの階層化は認められない考えが主流である。何故なら Google などの大規模コンテンツプロバイダーは追加コストを負担できるが、新規事業者はその体力がないためコスト負担ができず、結果としてサービスの通信速度が遅くなる。それではイノベーションが阻害されてしまう。日本に関して言えば、大容量のコンテンツを誘引するコンテンツプロバイダーの多くは海外の事業者であるため、国内に閉じた議論では解決が難しいという側面を持っている。(注7)

4-4 料金規制と帯域制限

帯域制限について、日本は 2009 年から通信事業者が通信速度規制を行っており、一定期間にパケットを大量に使った一部の利用者に対して、期間や利用エリアを限定している。

一方の料金規制は一般に大量にパケットを使った利用者に対して利用上限の超過分を料

金として請求するものである。日本国内の場合、一定の通信量を超えた場合は通信速度の制限を受けるまでに留まっており、これを解除するための制限解除料金が設けられている。

表6：各社の速度制限・通信規制一覧 (出典「MNPプランナー」より著者作成)

	算定期間	速度制限 (発生条件)	制限内容	制限解除料金
docomo(FOMA)	直近3日間	366MB以上	ネットワークの混雑状況により通信速度が遅くなる	
docomo(Xi)	1. 当月	1. 7GB超※1	1. 当月末まで128kbps	2GBごと2625円
	2. 直近3日間	2. 1GB以上	2. ネットワークの混雑状況により通信速度が遅くなる	
au(3G)	1. 当月	1. 5GB超	1. 当月末まで通信速度を制限(+WiMAX対応機種のみ)	
	2. 直近3日間	2. 366MB以上	2. ネットワークの混雑状況により通信速度が遅くなる	
au(4GLTE)	当月	7GB超※2	当月末まで128kbps	2GBごと2625円
au(WiMAX)	—	明確な制限なし	—	
SoftBank(3G)	前々月	1220MB以上	当月1ヶ月通信速度を制限	—
SoftBank(4G)	当月	5GB超	当月末まで128kbps	2GBごと2625円
SoftBank(4GLTE)	1. 当月	1. 7GB超※3	1. 当月末まで128kbps	2GBごと2625円
	2. 直近3日間	2. 約1GB超	2. 当日6～翌6時まで通信速度を制限(参照ページ)	
EMOBILE	24時間	366MB以上	当日21～翌2時まで通信速度を制限	
EMOBILE(LTE)	24時間	366MB以上	当日21～翌2時まで通信速度を制限	
WiMAX	—	明確な制限なし	—	—

300万パケット=366MBで計算

4-5 ネット中立性の解決に向けた取り組み

＜スマートパイプを目指す取り組み＞

今年の MWC では各国の通信キャリアが「ダムパイプ」から脱却し、「スマートパイプ」を目指す動きが見られた。各国通信キャリアは新たなエコシステムの構築を目指し、「スマートパイプ」「クラウド」「上位レイヤとの連携」「上位レイヤへの参入」などの具体的な取り組みを打ち出している。「他業種との提携をより進化させるべき、「Frenemy」(Friend と enemy の合成語)との付き合いが重要」ということを表明した欧州通信キャリアもいる。これに呼応するかのように、OTT(Over The Top)プレイヤーである Google も通信キャリアへの配慮と協力を表明したことが注目された。

スマートパイプ実現の鍵となるのはネットワーク API(Application Program Interface)の公開と、アプリケーション開発者との協業によるアプリケーションの積極的な利用促進である。今後、アプリケーションサービスの提供は「クラウド」を基盤としたものにシフトしていくことが想定され、配信プラットフォームの競争となって現れてくるだろう。

プラットフォーム競争では、ID 数の規模がアプリ・コンテンツを集め、プラットフォームの価値増大につながるため、通信キャリアも「ID」獲得に参入する動きを見せ始めている。「ID」獲得・利用競争の目的は、ユーザーの行動履歴の把握・蓄積によるターゲット広告、商品販売などにつながるものである。したがって「ダムパイプ」を脱し、「スマートパイプ」を目指す通信キャリアにとっては「電話番号」「メールアドレス」に加え「ID」獲得を目指す動きが加速するものと思われる。最近発表された国内通信キャリアによる「LINE」との提携は「ダムパイプ」から脱却するため、電話番号に依拠しない「ID」を取り込むサービス展開に舵を切ったものと考えられる。(注8)

◆ プラットフォーム側の取り組み

Google が開発している Android OS。Android4.0(Ice Cream Sandwich)から設定で端末のデータ通信料の確認や、制限や警告の設定を行うこともできる。各国の通信事業者が定額制課金の段階的廃止に向けて動き出している状況から搭載された機能である。

さらに最新バージョンの Android4.1 (Jelly Bean) ではアプリケーションの更新が「差分アップデート」に対応した。差分アップデートは「アプリケーションの変更点のみをアップデートする」仕組み。例えば「5MB」の大きさを持つアプリケーションに何らかの改修が入った際、それが、たったの数 10 バイトの改修でも再び「5MB」のアップデートされたアプリケーションをダウンロードする必要がある。

→トラフィックの逼迫がある程度回避できる。



<料金制度見直しの動き>

◆ 海外で新たな料金プランの検討・導入が開始

2011年以前のモバイル・ブロードバンド料金の国際的なトレンドは、定額制から従量制への移行であった。2012年中頃からは新たに複数の端末間でデータ利用上限を共有できるデータシェアプランの存在が目立ち始めた。この背景には、スマートフォンやタブレットの急速な普及とコモデティ化(均質化)に伴い、1人のユーザーが複数の端末を使い分けるようになり、SkypeやLINEなど無料のメッセージング/VoIPアプリを利用するユーザーも増加しているということがある。

こうした状況の変化を受け、米ベライゾン・ワイヤレスは「Share Everything」、米AT&T モビリティは「Mobile Share」と呼ぶ料金プランをそれぞれ開始した。いずれも最大10台の端末間で、データ利用上限を共有できる「データシェアプラン」である。どちらにも音声通話とSMSの無制限利用が含まれている。

◆ ベライゾン・ワイヤレスのデータシェアプラン「Share Everything」

ベライゾン・ワイヤレスのShare Everythingは2012年6月28日に開始した。このプランは最大10台の端末間でデータ利用上限を共有することができる。同プランに加入する場合、まず利用する端末の種別と台数を決定する。スマートフォンは1台あたり月額40ドル、フィーチャーフォンは同30ドルなど種別ごとに料金が設定されている。これに6段階の共有可能なデータ利用上限から1つを選択し、その料金を加算する。データ利用上限に応じてかかる料金は、1Gバイトまでが月額50ドル、2Gバイトまでが同60ドル、以降は2Gバイトごとに最大20Gバイトまでの区分がある。

例えば家族3人がそれぞれスマートフォンを利用し、データ利用上限を6GBとする場合、40ドル×スマートフォン3台で小計120ドル、これに共有可能なデータ上限6GBの80ドルを加えて月額合計200ドルとなる。

従来は追加料金が必要だったテザリング機能も追加なしで使える。さらには音声通話とSMSの無制限利用が含まれている。データ利用上限は1~10GBの範囲からしか選択できないが、別途設定することで2GBにつき月額10ドルでデータ利用上限を引き上げることができる。あらかじめ設定したデータ利用上限を超過した場合には、1GBにつき月額15ドルが追加課金される。Share Everythingの導入に伴い、ベライゾン・ワイヤレスは従来の定額制プランの新規受付を停止した。

表7: 米ベライゾン・ワイヤレスの「Share Everything」

(出典 ITpro「データシェアプランで ARPU 増狙う米国」より画像引用)

●端末にかかる料金(1台当たり)

種類	月額利用料
スマートフォン	40ドル
フィーチャーフォン	30ドル
データ通信専用端末※1	20ドル
タブレット端末	10ドル

●データ利用上限に応じてかかる料金※2

データ利用上限(1カ月当たり)	月額利用料
1Gバイト	50ドル
2Gバイト	60ドル
4Gバイト	70ドル
6Gバイト	80ドル
8Gバイト	90ドル
10Gバイト	100ドル
12Gバイト	110ドル
14Gバイト	120ドル
16Gバイト	130ドル
18Gバイト	140ドル
20Gバイト	150ドル

試算例:

家族3人がそれぞれスマートフォンを利用し、
 データ利用上限を6Gバイトとする場合

120ドル(スマートフォン40ドル×3台)
 +
 80ドル(データ利用上限6Gバイト)
 =
 200ドル(月額合計)

※1:USBモデムなど

※2:音声通話とSMSの無制限利用を含む

出典:米ベライゾン・ワイヤレス

◆ AT&T モビリティーのプラン「Mobile Share」

一方の AT&T モビリティーは 7 月 18 日に Mobile Share を発表。8 月 23 日に開始した。
 Share Everything と比べたときの相違点は主に三つある。

- (1) データ利用上限の区分が違う。
- (2) スマートフォンを必ず 1 台以上含めること。
- (3) スマートフォン 1 台当たりの月額料金がデータ利用上限に応じて変わること。

フィーチャーフォンが 1 台当たり月額 30 ドル、データ通信専用端末が月額 20 ドル、タブ
 レットが 10 ドルである点、音声通話と SMS の無制限利用が含まれている点はベライゾン・
 ワイヤレスの Share Everything と全く同じである。ベライゾン・ワイヤレスが従来の定額
 制プランの新規受付を停止したのに対し、AT&T モビリティーは従来プランも選択できるよ
 うにしている。

表8：米AT&Tモビリティの「Mobile Share」

(出典 ITpro「データシェアプランでARPU増狙う米国」より画像引用)

●データ利用上限に応じてかかる料金(スマートフォンを少なくとも1台含めることが必須)

データ利用上限 (1カ月当たり)	月額利用料※1	スマートフォンに かかる月額利用料
1Gバイト	40ドル	45ドル
4Gバイト	70ドル	40ドル
6Gバイト	90ドル	35ドル
10Gバイト	120ドル	30ドル
15Gバイト	160ドル	30ドル
20Gバイト	200ドル	30ドル

●追加端末の月額利用料金(1台当たり)

種類	月額利用料
フィーチャーフォン	30ドル※1
データ通信専用端末など	20ドル
タブレット端末など	10ドル

試算例:

家族3人がそれぞれスマートフォン
 を利用し、データ利用上限を6Gバ
 イトとする場合

105ドル(スマートフォン35ドル×3台)
 +
 90ドル(データ利用上限6Gバイト)
 =
 195ドル(月額合計)

※1:音声通話とSMSの無制限利用を含む
 出典:米AT&Tモビリティ

◆ 有利か不利か

これらのデータシェアプランは一見するとあらゆるユーザーにとって有利であるように見えるが、利用実態によっては有利となる場合もあれば不利になる場合もある。これまでは1件の回線契約に1台の端末しか紐付いていなかったのに対し、同プランでは複数ユーザーと端末の利用状況を考慮する必要があるため、有利・不利の内容は複雑化している。

例えばベライゾン・ワイヤレスでは、これまでのプランでは家族3人がそれぞれスマートフォンを利用し、それぞれのデータ使用上限を2GBとした場合、30ドル×スマートフォン3台で小計90ドル、これに音声通話とSMSの無制限利用分の200ドルを加えて月額合計290ドルだった。Share Everythingを適用した場合だと、月額90ドル分有利となる。また、これまでは家族内でデータ利用上限の共有ができなかったため、データ利用が上限に達しなかった、もしくは超過した分のいわゆる分割損がなくなる。例えば家族3人がそれぞれのデータ利用上限を2GBとし、Aが1.8GB、Bが1.6GB、Cが2.6GBを利用した場合を想定すると、家族合計のデータ利用は6GBにもかかわらず、Cは超過料金を支払う必要があった。つまり家族内の特定の誰かのデータ利用が突出して多い場合はShare Everythingが有利になりやすい。

一方で音声通話やSMSの利用が少ないユーザーやSkypeやLINEといった無料のVoIPアプリで音声通話やSMSを代替しているユーザーにとっては割高になる。この場合、料金はデータ利用上限2GBの20ドルと無料通話200分の29.99ドルだけで月額49.99ドルで済む。(音祭通話200分超過後は1分当たり45セント、SMSは1通当たり20セント) 家族3人が

このモデルのユーザーであるとしても月額合計 150 ドル以上になり、Share Everything に比べると 50 ドル以上不利になる。

なお、Share Everything と Mobile Share を上記のケースで比較すると、Share Everything の月額合計 200 ドルに対し、Mobile Share は 35 ドル×スマートフォン 3 台で小計 105 ドル、これに共有可能なデータ利用上限 6GB の 90 ドルを加えて月額合計 195 ドルとなり、AT&T モビリティのほうはずか 5 ドル安くなる。

データシェアプランを導入したベライゾン・ワイヤレスと AT&T モビリティは、横ばいになっている契約数の増加を目指すのではなく、ARPU の底上げを狙っている。その理由の一つとして、タブレット端末の月額料金が 10 ドルに設定されている。

各種の報道を総合すると iPad などタブレット端末は、Wi-Fi のみのモデルが、3G にも対応しているモデルを販売数の面で凌駕(りょうが)している。中には、米アマゾンの Kindle Fire のように、Wi-Fi モデルのみというタブレット端末もある。ユーザーの多くは追加料金を払いたくないと思っているなかで、「月額 10 ドルなら許容範囲と思ってもらえるのではないか」というのがベライゾン・ワイヤレスと AT&T モビリティの考えだろう。その通りになれば、これまで契約数やデータ収入への貢献度が低かったタブレット端末が ARPU 増に寄与するようになる。

<従来の料金体系との大きな違い>

今回のデータシェアプランで、音声通話と SMS の無制限利用を加えたことは、両社がユーザーの利用スタイルのトレンドを受け入れたためと解釈できる。スマートフォンが普及するにつれ、従来の音声通話や SMS に代わる無料のアプリを利用するスタイルが顕著になってきている。ユーザーは音声通話や SMS に対する料金支払いを厭うようになりつつある。

これまでの一般的な料金体系は、基本料金部分と、データ利用上限に応じたデータ料金部分の二つで構成していた。この基本料金部分は回線使用料に相当し、ここに音声通話と SMS の利用が含まれていた。

しかし両社のデータシェアプランでは、音声通話および SMS の無制限利用を加えたため、基本料金部分がなくなっている。これは音声通話や SMS をあえてサービスの中心から外し、データサービスで収益を上げることを狙った料金プランといえる。データシェアプラン導入による直接的な効果として、契約数は減少するかもしれないが、ARPU は増えることが期待できる。

<データシェアプランの動向>

ベライゾン・ワイヤレスと AT&T モビリティは以前からデータシェアプランの導入を示唆しており、スプリント・ネクステルもデータシェアプランを導入する旨を発言しているが、T-Mobile USA はデータシェアプランを導入する考えはないと発言している。

世界的に見れば、データシェアプラン自体は目新しいものではない。実際カナダやベルギーなどで先行事例がみられる。しかし米国の 2 台通信事業者がデータシェアプランを導

入した影響力は大きく、「過去 20 年間の通信業界で最大の変化」とも言われている。また世界各国の通信事業者 100 社を対象とした 2011 年第 3 四半期時点の市場調査レポートでは、既に約 4 分の 1 の通信事業者がマルチデバイス向けデータ料金プランを提供中との結果が出ている。

データシェアプランの導入が意味するところは、1 人のユーザーが複数の端末を使い分け、Skype や LINE など無料の VoIP アプリを利用するスタイルの変化を通信事業者自身が受容したということが考えられる。あるいは通信事業者自身が「音声通話や SMS の時代は完全に終わった」と認識したともいえる。通信事業者は今後もモバイル・ブロードバンドの利用動向に合わせた柔軟な対応が求められるだろう。(注 9)

4-6 ネット中立性まとめ

日本国内におけるネット中立性では、主に「ネットワークのコスト負担」と「利用の公平性の在り方」を中心に議論されてきた。以上を踏まえ、筆者の私見を述べる。

一つ目の「ネットワークのコスト負担」については、海外の通信事業者のように定額制を廃止してユーザーに負担を求める考え方があった。しかし、ネットワークと端末のバランスを放棄し、大量のトラフィックをもたらすスマートフォンを積極的に売り出した通信事業者に対する責任は大きい。よって私は、定額制を廃止にするべきではないと考える。

ただ、通信事業者は 3 章に挙げたように LTE の導入、周波数の拡大、無線 LAN オフロード等、積極的に通信インフラの整備に取り組んでいる。最近では通信障害も多発しているが、再発防止として数十億の設備投資をしっかりと行っているのも事実である。よって通信事業者のみに負担を求めるべきではない。

二つ目の「利用の公平性の在り方」についてはヘビーユーザーの扱いをどうすべきかが難しい。一般にヘビーユーザーはテザリングを長時間使うユーザーや、外出先から VPN で自宅の PC とファイルを頻繁にやりとりするユーザーであると考えられている。しかしテザリングはバッテリーの消耗が激しい為に外出先で長時間使用する事は不可能であるし、VPN でファイルをやりとりする事も一時的なケースが多い。むしろ家庭内に無線 LAN の環境がなく、3G 回線のみで長時間にわたって動画視聴を行うといったリテラシーの低い無自覚なヘビーユーザーのほうが多いのではないか。こうした無自覚なユーザーに対しては、負担を強要するより先に、リテラシーを向上させる取り組みが必要ではないかと考える。

結論としては、「ネットワークのコスト負担」を通信事業者や一部のヘビーユーザー等に押し付けるのではなく、皆でモバイルのインフラを支えあう必要があるのではないかと考える。具体的な解決策として、「スマートパイプ」の戦略と「データシェアプラン」の導入を提案する。

仮に「データシェアプラン」を日本国内で導入した場合、ユーザーは自分の使うデータ通信量を参考に料金プランを決める。データ利用上限が高いユーザーには高い料金プラン、データ利用上限が低いユーザーに対しては安い料金プランを提供する等、ユーザーの利用形態に適した料金設定が可能である。よってこの段階でユーザーの階層化を済ませることが

可能である。また、家族間でデータ利用上限を共有できるため、家族内にデータ利用が突出して多い無自覚なヘビーユーザーがいたとしても、他の家族がそれを補填する形になり、無自覚なヘビーユーザーが超過料金を払う心配がなくなる。また、この「データシェアプラン」を導入することでユーザー自身が今までほとんど気にしていなかったデータ通信量を気にするようになり、ユーザーは積極的に無線 LAN オフロードを行う、過度な通信を控える等、ユーザーの意識改革にも効果があると考えられる。現在定額制に加入しているユーザーを全て「データシェアプラン」に加入させるのは困難であるため、従来プランも選択できるようにするのが好ましい。総務省と議論し、段階的に導入していくべきである。

一方で通信事業者は、関係事業者は一体となって「スマートパイプ」を目指すべきである。関係事業者はネットワークのコスト負担を通信事業者に支払わない代わりに、通信事業者への配慮したコンテンツを提供して互いに収益を得る構造になっていくと考えられる。

注釈

(1) (2) (3) 「情報通信アウトルック 2012」より引用

(4) ITpro「欧州の移動体通信事業者に起こるパラダイム・シフト」より引用

<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20091111/340385/>

(5) 「情報通信アウトルック 2012」より引用

(6) 分離プラン：携帯電話の端末価格と通話や通信などの使用料を分離した料金プランのこと。

(7) 「携帯電話ネットワーク新常識」より引用

(8) 「情報通信アウトルック 2013」より引用

(9) ITpro「データシェアプランで ARPU 増狙う米国」より

<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20121031/434021/>

おわりに

本論文では、スマートフォンの普及によってトラフィックが増大している現状を示し、その対策として各事業者がどのような対策を講じているのかを挙げ、日本国内におけるネット中立性の解決策を論じた。

スマートフォンの登場によって様々なサービスが生まれ、多くの利用者の生活を非常に便利なものに変えてきている。一方で、多くのトラフィックを発生するスマートフォンによって通信回線がパンクし、通信障害等が発生する事態に陥っている。通信事業者は LTE の導入・周波数の拡大・無線 LAN オフロード・セルの小型化等、様々な対策を行っている。しかし、これら全ての対策を行っても通信事業者だけで通信インフラを支えきれない状況にきている。また、国内におけるネット中立性では、定額制を廃止するべきかを中心に「ネットワークのコスト負担」と「利用の公平性の在り方」が議論されてきた。定額制を廃止してコスト負担をどうするべきか考えた結果、コスト負担ではなく誰が今後のインフラを支える必要があるのかが問題になっている。

そこで結論として通信事業者だけでなく、一般の利用者や関係事業者が一体となって通信インフラを支えていくべきだと考えた。具体的な解決策としてスマートパイプの戦略と、海外のデータシェアプランの導入を挙げた。スマートパイプ戦略によって関係事業者が一体となって、通信事業者に考慮したサービスを提供し、共に収益を上げていく。一方で利用者はデータシェアプランによって、人それぞれの使い方に合わせた料金プランを設定できる。また、契約した利用者はデータ利用上限を意識した使い方によって変わっていくと考える。

スマートフォンを今後誰もが快適に使うためにも、全ての人たちが協力して公共の電波を分け合って使っていくことを皆が意識するようになれば、将来通信インフラがパンクすることなく利用できると思う。既に国内でもスマートパイプへの取り組みが始まっているので、データシェアプランについても今後総務省と検討・議論を行い、国内で導入されることに期待したい。

参考文献・URL

《書籍》

- ◆ 「携帯電話ネットワーク新常識」 日経 BP 出版
- ◆ 「情報通信アウトック 2012」 情報通信総合研究所（編集）
- ◆ 「情報通信データブック 2013」 情報通信総合研究所（編集）
- ◆ 「平成 24 年版 情報通信白書」 総務省（著）
- ◆ 「インターネット白書 2012」 インプレス R&D インターネットメディア総合研究所
- ◆ 「図解 モバイル通信のしくみと技術がわかる本」 アニモ出版 井上伸雄(著)
- ◆ 「日経コミュニケーション 2012 年 11 月号」 日経 BP 社

《雑誌》

- ▶ 週刊東洋経済 2011 10/8 号 東洋経済新報社
- ▶ 週刊東洋経済 2012 9/1 号 東洋経済新報社
- ▶ 週刊東洋経済 2012 11/24 号 東洋経済新報社

《URL》

- ◆ MM 総研「スマートフォン市場規模の推移・予測」
<http://www.m2ri.jp/newsreleases/main.php?id=010120120313500>
- ◆ iSPP 「東日本大震災 情報行動調査報告書」
http://www.ispp.jp/ispp-wp/wp-content/uploads/2011/10/201109ispp_release_0930.pdf
- ◆ 総務省「スマートフォン・クラウドセキュリティー研究会」の最終報告の公表
http://www.soumu.go.jp/main_content/000166095.pdf
- ◆ 総務省「スマートフォンプライバシーイニシアティブ-利用者情報の適正な取り扱いとリテラシー向上による新世代イノベーション」の公表
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban08_02000087.html
- ◆ 「KDDI スマートフォンの増加に伴う制御信号急増に対する取り組み」より引用
http://www.soumu.go.jp/main_content/000165641.pdf
- ◆ 「ドコモスマートフォン制御信号対策」より引用
http://www.soumu.go.jp/main_content/000165640.pdf
- ◆ ネットワークの中立性に関する懇談会
http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/chousa/network_churitsu/pdf/070620_si7_1.pdf
- ◆ モバイルを対象にしたネットワーク中立性に関する課題と施策
<http://www.jotsugakkai.or.jp/doc/taikai2011/H2Komaki.pdf>
- ◆ 米国連邦通信委員会によるネットワーク中立性規則
<http://www.rikkyo.ac.jp/law/output/rituhou/85/06.pdf>

- ◆ ITpro「欧州の移動体通信事業者に起こるパラダイム・シフト」より引用
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20091111/340385/>
- ◆ PC Online「使い放題はほとんど崩壊、定額制を廃止し従量課金へ」
<http://pc.nikkeibp.co.jp/article/trend/20111107/1038485/>
- ◆ ITmedia Mobile「もう一度 Wi-Fi に振り向いてほしい——「au Wi-Fi SPOT」の環境改善を進める KDDI」
<http://www.itmedia.co.jp/mobile/articles/1211/02/news131.html>
- ◆ 知られざる「au Wi-Fi SPOT」の優れた機能が判明、干渉対策や電波が届く仕組みも
<http://buzzap.jp/news/20120405-kddi-au-wifi-spot-lecture/>
- ◆ ITmedia「どう進化する？ スマホ時代のモバイルネットワーク——携帯3社が解説」
<http://www.itmedia.co.jp/promobile/articles/1107/08/news012.html>
- ◆ ITpro「Wi-Fi 利用を主とする携帯サービスが登場」より引用
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20120227/383222/>
IT pro 特集
- ◆ 「4G 携帯/LTE、WiMAX、DC-HSPA」
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/keitai/lte/>
- ◆ 「携帯トラフィック急増で再浮上するネット中立性問題」
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/Interview/20120124/379200/>
- ◆ 「無線 LAN オフロード急ぐ携帯電話事業者」
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20110906/368170/>
- ◆ 「携帯4社の電波戦略」
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20111122/374778/>
- ◆ 「揺れる電波行政、周波数オークション導入への道」
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20110202/356776/>
- ◆ 「キャリア網を浸食する無線 LAN - キャリア網を浸食する無線 LAN」
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20120718/409862/>
- ◆ 「携帯トラフィック急増で再浮上するネット中立性問題」
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/Interview/20120124/379200/>
- ◆ 「オークション導入でどう変わる？電波政策大転換」
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20100921/352227/>